

(11)Publication number : 11-142823  
(43)Date of publication of application : 28.05.1999

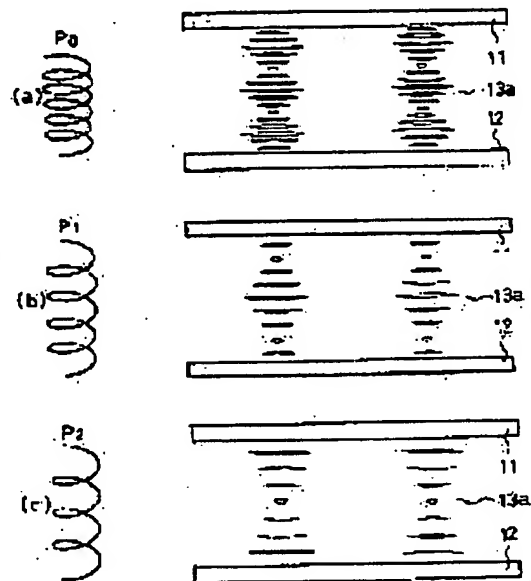
(51)Int.Cl. G02F 1/1333  
G02F 1/13  
G09F 9/35

(21)Application number : 09-313912 (71)Applicant : TOSHIBA CORP  
(22)Date of filing : 14.11.1997 (72)Inventor : YAMAGUCHI HAJIME  
KAWADA YASUSHI  
YAMAGUCHI TAKASHI

#### (54) LIQUID CRYSTAL SHUTTER AND COLOR IMAGE DISPLAY DEVICE

##### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal color shutter of high transmittance, high- speed response and wide visual field angle, a color image display device using the same and more particularly a color image display device of a field sequential system.  
**SOLUTION:** Liquid crystal molecules are stabilized by the intermolecular force with a polymeric substance or the plural states larger than a spiral pitch  $P_0$  of a natural state are made to cause transition, by which an electro-optic response speed and more particularly a response speed in a relaxation process are speeded up. For example, the electric field to be impressed on the liquid crystal layer (13) is so controlled that the plural states (for example,  $P_i=P_1$ ,  $P_i=P_2$ , etc.), larger than the natural spiral pitch of the liquid crystal molecules 13a correspond to the wavelength of the light which is transmitted through the liquid crystal layer (13) or selectively reflected by the same.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, Between a means to impress the electric field of a direction parallel to the direction of a field of said 1st substrate and said 2nd substrate to said liquid crystal layer, and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between the liquid crystal molecules which constitute said liquid crystal layer is the natural whorl pitch P0 of said liquid crystal molecule. Liquid crystal shutter characterized by providing the polymer constituent arranged so that it might become the largest.

[Claim 2] The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch P0. 1st big whorl pitch P1 A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch P1. 2nd big whorl pitch P2 Liquid crystal shutter characterized by providing a means to impress the 2nd electric field so that it may become.

[Claim 3] The liquid crystal shutter characterized by pinching the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase which has the wavelength of selective reflection light in an ultraviolet region between the 1st substrate and the 2nd substrate.

[Claim 4] The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch P0. 1st big whorl pitch P1 A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch P1. 2nd big whorl pitch P2 Between a means to impress the 2nd electric field so that it may become, and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between said liquid crystal molecules is the natural whorl pitch P0 of said liquid crystal molecule. Liquid crystal shutter characterized by providing the polymer constituent arranged so that it might become the largest in the following fields.

[Claim 5] A means to display the image which has the gradation according to color information on the display screen, claim 1 arranged on said display screen, claim 2, the color picture display characterized by providing a liquid crystal shutter according to claim 3 to 4.

[Claim 6] The spectrum of the light which carries out outgoing radiation of said display screen, and the selective reflection spectrum of the liquid crystal layer which constitutes said liquid crystal shutter are a color picture display according to claim 5 characterized by corresponding.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to liquid crystal shutters, such as a liquid crystal color shutter. Moreover, this invention relates to the color picture display which displays a color picture using a liquid crystal shutter.

[0002]

[Description of the Prior Art] Against the background of informational multimedia-izing, researches and developments of new thin shape and big screen display are briskly advanced to the flat TV and the pan towards implementation of a domestic theater etc. As a typical thing of such a display, a plasma display (rhoDrho) and a plasma addressing liquid crystal display (rhoALC) can be mentioned, and it is already marketed about the former. However, the present condition is that displays, such as PDP and PALC, are less than the fluorescence tubing (CRT) conventional at points, such as a manufacturing cost, resolution, and brightness.

[0003] - The display which realizes a big screen display by juxtaposing two or more small fluorescence tubing in all directions as a big screen display using a way and fluorescence tubing is proposed. In using color fluorescence tubing in such an indicating equipment, there is a problem of the manufacture increase in cost by high precision members, such as generating of a color gap, constraint of the resolution by the array pitch of a fluorescent substance, individual difference of a hue, a shadow mask, and three electron guns. With monochrome fluorescence tubing, since the problem in the above color fluorescence tubing is not produced, the means of displaying which performs color display is proposed by combining monochrome fluorescence tubing and a liquid crystal color shutter. This means of displaying displays the image which is synchronized with the change of the foreground color of a liquid crystal color shutter, and has the gradation corresponding to each foreground color with monochrome fluorescence tubing while it is called a field sequential method and switches the foreground colors (for example, red, green, blue, etc.) of the whole screen by the liquid crystal color shutter at high speed (see Proc.SID26,157 (1985)). A part of small color display using singular monochrome fluorescence tubing and a singular liquid crystal color shutter is put in practical use.

[0004] The engine performance required of the liquid crystal color shutter used for a field sequential method is high permeability, a high-speed response, and a wide-field-of-view angle. Conventionally, the liquid crystal color shutter used for a field sequential method consists of two or more chromatic polarization plates (in the case of a RGB system chromatic polarization plate, in the case of three sheets and a CMY system chromatic polarization plate, they are five sheets), and a liquid crystal shutter of two sheets. For this reason, the theoretic maximum of permeability is only at most 16.7%, and has the problem that it does not fill with an actual prototype to about 6%, either (Proc.SID26,157 (1985)). As a liquid crystal shutter, pi cel mold nematic liquid crystal, strong dielectric liquid crystal (FLCD), antiferroelectric liquid crystal (AFLCD), etc. are used. The speed of response of pi cel mold nematic liquid crystal is inadequate from about 1.7ms (Proc.SID26,157 (1985)) and a viewpoint of controlling a color flicker, and although it is high-speed, it is easy to produce orientation destruction, and strong (\*\*) dielectric liquid crystal has the problem that a means to prevent this must be provided.

[0005] Although what is necessary is just to adopt the method not using a chromatic polarization plate in order to secure high permeability, the liquid crystal shutter itself needs to control a color

in this case. As such a method, there are a guest host liquid crystal method and a cholesteric-liquid-crystal method. Although a guest host liquid crystal method performs color control by controlling the orientation of dichroic coloring matter by liquid crystal, there is a problem in a speed of response, the lightfastness of coloring matter, 2 color ratio of coloring matter, etc. A cholesteric-liquid-crystal method uses the selective reflection phenomenon in planar structure. A selective reflection phenomenon is the natural whorl pitch length  $\rho_0$  of cholesteric liquid crystal. It is  $\lambda = n \rho_0$  by the average refractive index  $n$ . It is a wavelength region centering on the wavelength  $\lambda$  specified, and the circular polarization of light component of the same bearing as a whorl is reflected.

[0006] Since the method to which the planar structure of a selective reflection condition and the HOMEOTROPIC structure of a transparency condition are made to switch among cholesteric-liquid-crystal methods has the transition rate as slow as about 100ms (SID95DIGEST351 (1995)) from HOMEOTROPIC structure to planar structure, there is a problem in using for the liquid crystal shutter of the electrochromatic display of a field sequential method.

[0007] By the method which controls a selective reflection wavelength region by controlling the whorl pitch length of the planar structure of cholesteric liquid crystal, a more nearly high-speed response is expectable from not minding the process of a late previous structural change. What applied the whorl pitch length of cholesteric liquid crystal to the reflective color LCD panel about the method controlled by electric field is proposed by JP,7-209662,A. Although the example which switches the three primary colors of light to a high speed in this, and realizes reflective color display was given, as a result of this invention persons' examination, by the drive frequency indicated by the example of this reference, the color flicker occurred and it became clear that a very big problem was in display grace. Although it is about 1 or less ms and the change of a foreground color needed to be performed in order to control a color flicker and to obtain the high display engine performance, as a result of adding examination furthermore, by the approach indicated by JP,7-209662,A, it turned out that it is impossible to realize such a high-speed response. Since the relaxation process from planar structure to the shorter longer planar structure of pitch length of pitch length is a process uncontrollable by the electrical potential difference, the transition rate is slow as compared with a reverse process, and it must take a certain measures.

[0008] The approach indicated by JP,7-209662,A when considering application to the electrochromatic display of a field sequential method became clear [ having the still more nearly following problems ]. Namely, although the liquid crystal layer of a right hand wind coil and an left hand wind coil is used in order that the colour selection in the transmitted light may serve as the three primary colors of subtractive color mixture and the color reproduction nature in additive mixture of colors may raise a narrow thing and efficiency for light utilization by this approach It is difficult for the ingredient of the optical isomer of dextro-rotatory and levorotation to come to hand by the chiral agent, and the degree of freedom of ingredient selection is low, Moreover, it is necessary to prepare a different liquid crystal layer called a right hand wind coil and an left hand wind coil, and is high cost, Moreover, there are problems, like that the temperature dependence of pitch length is large and a foreground color changes with service temperature and since the spectrum of incident light and the wavelength field of selective reflection are not specified further, an unnecessary light penetrates and color purity falls.

[0009] finally it comes out about an angle of visibility. Although the selective reflection of cholesteric liquid crystal has the large viewing-angle dependency of a polar angle, there is no viewing-angle dependency of an azimuth. Therefore, it has the advantage of being easy to perform viewing-angle compensation as compared with the case where a chromatic polarization plate and pi cel mold nematic liquid crystal are used.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in order to solve such a trouble. Namely, permeability of this invention is high, a speed of response is a high speed, and it aims at offering the color picture display using a liquid crystal shutter and this with a large angle of visibility. Moreover, the color reproduction nature of this invention in additive mixture of colors is high, its degree of freedom of ingredient selection is large, its cost is low, and a

foreground color is stabilized, and it aims at offering the color picture display using a liquid crystal shutter and this with still higher color purity.

[0011]

[Means for Solving the Problem] This invention is equipped with the following configurations in order to solve such a technical problem. The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase by which the liquid crystal shutter of this invention was pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, Between a means to impress the electric field of a direction parallel to the direction of a field of said 1st substrate and said 2nd substrate to said liquid crystal layer, and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between the liquid crystal molecules which constitute said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$  of said liquid crystal molecule. It is characterized by providing the polymer constituent arranged so that it might become the largest. Whorl pitch  $P_0$  of the liquid crystal molecule which constitutes a liquid crystal layer In order to make it stabilize, it is the whorl pitch  $\rho_0$  of a liquid crystal molecule. The polymerization of the polymerization nature matter made to coexist with a liquid crystal layer is carried out, and you may make it make a liquid crystal layer distribute a macromolecule (polymer nature matter) in the condition.

[0012] Moreover, the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase by which the liquid crystal shutter of this invention was pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$ . 1st big whorl pitch  $P_1$  A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch  $P_1$ . It is characterized by providing a means to impress the 2nd electric field so that it may become the 2nd big whorl pitch  $P_2$ .

[0013] Moreover, the liquid crystal shutter of this invention is characterized by pinching the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase which has the wavelength of selective reflection light in an ultraviolet region between the 1st substrate and the 2nd substrate. For example, when the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, and a means to impress the electric field of an parallel direction to said liquid crystal layer with the direction of a field of said 1st substrate and said 2nd substrate are provided and said electric field are not impressed, you may make it arrange the liquid crystal shutter of this invention, as the wavelength of the selective reflection light of said liquid crystal layer is in an ultraviolet region.

[0014] Moreover, the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase by which the liquid crystal shutter of this invention was pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$ . 1st big whorl pitch  $P_1$  A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch  $P_1$ . Between a means to impress the 2nd electric field so that it may become the 2nd big whorl pitch  $P_2$ , and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between said liquid crystal molecules is the natural whorl pitch  $P_0$  of said liquid crystal molecule. It is characterized by providing the polymer constituent arranged so that it might become the largest in the following fields.

[0015] In addition, without restricting to an one-layer liquid crystal layer, carrying out the laminating of two or more liquid crystal layers from which whorl bearing of a cholesteric phase differs, for example, and using them etc. carries out the laminating of two or more liquid crystal layers, and you may make it use the liquid crystal shutter of this invention. For example, when whorl bearing of the liquid crystal layer to combine is the same, you may make it use combining  $\lambda/2$  plate (phase contrast plate). Moreover, what is necessary is just to make it combine for example, so that circular polarization of light bearing and whorl bearing of a cholesteric-liquid-crystal phase into which the polarization conversion sheet which changes no polarizing into the right-handed circularly polarized light or the left-handed circularly-polarized light was changed may become the same, when whorl bearing of the liquid crystal layer to combine is the same.

[0016] The color picture display of this invention is characterized by providing a means to

display the image which has the gradation according to color information on the display screen, and claim 1 arranged on said display screen, claim 2 and a liquid crystal shutter according to claim 3 to 4. Namely, a means by which the color picture display of this invention displays the image which has the gradation according to color information on the display screen, The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase which was arranged on said display screen and pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, Between a means to impress the electric field of an parallel direction to said liquid crystal layer with said 1st substrate and said 2nd substrate, and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between the liquid crystal molecules which constitute said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$  of said liquid crystal molecule. It is characterized by providing the liquid crystal shutter equipped with the polymer constituent arranged so that it might sometimes become the largest. Moreover, a means by which the color picture display of this invention displays the image which has the gradation according to color information on the display screen, The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase which was arranged on said display screen and pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$ . 1st big whorl pitch  $P_1$  A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch  $P_1$ . 2nd big whorl pitch  $P_2$  It is characterized by providing the liquid crystal shutter equipped with a means to impress the 2nd electric field so that it may become. Moreover, the color picture display of this invention is characterized by providing the liquid crystal shutter which pinched the liquid crystal layer which presents a means to display the image which has the gradation according to color information on the display screen, and the cholesteric phase which is arranged on said display screen and has the wavelength of selective reflection light between the 1st substrate and the 2nd substrate in an ultraviolet region.

[0017] Moreover, a means by which the color picture display of this invention displays the image which has the gradation according to color information on the display screen, The liquid crystal layer which presents the cholesteric phase which was arranged on said display screen and pinched between the 1st substrate and the 2nd substrate, The whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes said liquid crystal layer in said liquid crystal layer is the natural whorl pitch  $P_0$ . 1st big whorl pitch  $P_1$  A means to impress the 1st electric field so that it may become, To said liquid crystal layer, the whorl pitch of said liquid crystal molecule is said 1st whorl pitch  $P_1$ . 2nd big whorl pitch  $P_2$  Between a means to impress the 2nd electric field so that it may become, and said 1st substrate and said 2nd substrate The intermolecular force committed between said liquid crystal molecules is the natural whorl pitch  $P_0$  of said liquid crystal molecule. It is characterized by providing the liquid crystal shutter possessing the polymer constituent arranged so that it might become the largest.

[0018] Moreover, it is suitable for the spectrum of the light which carries out outgoing radiation of said display screen, and the selective reflection spectrum of the liquid crystal layer which constitutes said liquid crystal shutter to make it correspond.

[0019] CRT etc. can be used for a display means that what is necessary is just what can perform a gradation display to the display screen. A color picture can be displayed using CRT of monochrome and gray scale by synchronizing the timing to which the foreground color of a liquid crystal shutter is changed, and the modulation timing of the color information on the image displayed on the display screen (gradation information on a color). Moreover, in order to obtain the bigger display screen, you may make it use combining two or more display screens. For example, you may make it form the display screen which continued not only combining single CRT but combining two or more CRT.

[0020] Even if it is which case, it is suitable to combine and arrange so that the emission spectrum of display means, such as fluorescence tubing, and the selective reflection spectrum of the liquid crystal layer which constitutes a liquid crystal shutter may overlap, for example.

[0021] The liquid crystal shutter of this invention namely, by impressing the electric field (horizontal electric field) of a direction parallel to a substrate side to the liquid crystal layer which presents the cholesteric phase pinched between substrates, and changing the whorl pitch

of the liquid crystal molecule which constitutes a liquid crystal layer. The wavelength of the transmitted light or (selection) the reflected light is controlled, high permeability, a high-speed response, and a wide-field-of-view angle are realized, and the color picture display of this invention is a display which displays a color picture using the liquid crystal shutter of such this invention. The liquid crystal shutter of this invention. For example, the substrate of the pair countered and arranged, A means to impress electric field parallel to said substrate to the liquid crystal layer which is pinched between said substrates and presents a cholesteric phase, and said liquid crystal layer is provided. By modulating the whorl pitch length of the liquid crystal molecule which constitutes a liquid crystal layer by said electric field at the high speed for about 1 or less ms, the wavelength (for example, three primary colors, such as red, green, and blue) of the selective reflection light of a liquid crystal layer or the transmitted light of a liquid crystal layer can be switched to a high speed.

[0022] For this reason, it is P0 by stabilizing the whorl pitch in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal by the liquid crystal shutter of this invention. The relaxation process from the condition P1 ( $> P0$ ) that the pitch which cannot be leaked is long is accelerated. For example, a liquid crystal molecule is the whorl pitch length P0 about a liquid crystal layer and the polymer matter. By making it live together so that it may sometimes become stability most, it is P0. An energy difference with the condition that the pitch which cannot be leaked is long becomes large. Whorl pitch length P1. A condition to whorl pitch length P0. Since it is inversely proportional to the energy difference between 2 conditions that pitch length differs, the relaxation time to a condition is the whorl pitch length P0. By stabilizing a condition, a relaxation rate can be made quick and the working speed of a liquid crystal shutter can be accelerated.

[0023] Moreover, at the liquid crystal shutter of this invention, it is the whorl pitch P0 in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal. The wavelength of the transmitted light and the reflected light is controlled by making between two or more conditions that the pitch which cannot be leaked is long (between the pitches P2 it is not made to take whorl pitch P1, for example, and  $P0 < P1 < P2$ ) change. The elastic strain energy of a liquid crystal molecule is the natural condition P0. It is the smallest, and where a pitch is made longer than this, it has bigger elastic strain energy. therefore, whorl pitch P0 of a natural condition 2nd big whorl pitch P2 from — the relaxation rate to the 1st whorl pitch P1 ( $P1 < P2$ ) can be accelerated, and time amount which transition takes can be shortened.

[0024] By the liquid crystal shutter of this invention which has such a configuration. For example, make two or more bigger conditions than the natural whorl pitch of a liquid crystal molecule correspond to transparency or the wavelength which carries out selective reflection. (For example, P1 which makes P2 and R (red) P1 and G (green) correspond [ B (blue) ] to P3, P2, and P3 are larger than P0) Since it becomes things, it is the whorl pitch P0. As for a condition, a blue twist will also correspond to a short wavelength side (ultraviolet side). Therefore, by the liquid crystal shutter of this invention, the wavelength of the selective reflection light in electrical-potential-difference the condition of not impressing will be shifted to an ultraviolet side rather than the visible region, for example. By constituting a cel in this way, wavelength control of the transmitted light and selective reflection light can actually be performed by making between the conditions that elastic energy is larger than a natural condition change.

[0025] Two configurations mentioned [ in / furthermore / this invention ] above, i.e., the configuration which accelerates a relaxation process by stabilizing a liquid crystal molecule according to intermolecular force with the polymer nature matter, and whorl pitch P0 of a natural condition. You may make it constitute a liquid crystal shutter combining the configuration which accelerates a relaxation rate by making two or more big conditions change. For example, the whorl pitch of the liquid crystal molecule when controlling the wavelength of the transmitted light and selective reflection light is P0. It is made to become long. While being made to carry out in the condition (for the wavelength of the selective reflection light corresponding to the whorl pitch P0 of the natural condition of a liquid crystal molecule to be shifted to an ultraviolet side rather than a visible region at this time) that the elastic strain energy of liquid crystal intramolecular is bigger Pitch P0 which cannot make able to distribute it and illuminate the



polymer nature matter You may make it stabilize a condition. By doing in this way, the relaxation time of the whorl pitch of the liquid crystal molecule when controlling the wavelength of the transmitted light and selective reflection light becomes still shorter, and electric-optical response can make it a high speed more.

[0026] The color picture displays of this invention are the liquid crystal shutter of this invention which has the above configurations, and a display which displays the image which has the gradation according to color information on the display screen and which combined CRT etc., for example. For example, the image displayed on the display screen can be displayed as a color picture by arranging the liquid crystal shutter of this invention on the display screen of CRT of monochrome (gray scale) display, and synchronizing the timing of intensity modulation, and the timing of a change of the foreground color of a liquid crystal shutter.

[0027] It can use, if the liquid crystal layer which presents a cholesteric phase is obtained as an ingredient which constitutes the liquid crystal layer of the liquid crystal shutter of this invention. Moreover, the mixture which you may make it use not only combining a single liquid crystal ingredient but combining two or more kinds of liquid crystal ingredients, and contains ingredients other than liquid crystal further is sufficient. As a component of such a liquid crystal layer, cholesteric liquid crystal, a nematic liquid crystal, the mixture of a chiral agent, etc. can be mentioned, for example. Moreover, it is necessary to make method phase transition temperature of the liquid crystal first class of the liquid crystal layer to be used higher than the maximum temperature at the time of operating the color picture display which used the liquid crystal shutter of this invention, and this. Therefore, as for the method phase transition temperature of the liquid crystal first class of a liquid crystal layer, it is desirable to set it as about 60 degrees C or more, and it should just set it as about 85 degrees C or more more preferably. On the other hand, it is necessary to make crystal 1 liquid-crystal transition temperature of a liquid crystal layer lower than the minimum temperature which operates the color picture display which used the liquid crystal shutter of this invention, and this. Therefore, the crystal 1 liquid-crystal transition temperature of a liquid crystal layer is [ about ]. -It is desirable to set it as about 10 degrees C or less, and it is [ about ] more preferably. -What is necessary is just made to make it about 40 degrees C or less.

[0028] Moreover, as for the twist elastic modulus K22 of the viewpoint which realizes a color change in about 1 or less ms which becomes indispensable in order to control a color flicker to liquid crystal, it is desirable to set up more than about 5 pN extent, and it is more desirable to set up more than about 6 pN extent. Similarly, as for the rotation coefficient of viscosity gamma of liquid crystal, it is desirable to set up smaller than about 200 mPa-s extent, and it is more desirable to set up smaller than about 150 mPa-s. Moreover, as for the average refractive index n of liquid crystal, it is desirable to set up so that it may become larger than about 1.5, and it is more desirable to set up so that it may become larger than about 1.55.

[0029] Half-value-width  $\Delta\lambda$  of the selective reflection spectrum of a liquid crystal layer is expressed with  $\Delta\lambda = \Delta n \cdot P$ . Since each color of red, green, and blue will be chosen from the emission spectrum of fluorescence tubing when it constitutes a color picture display for the liquid crystal shutter of this invention combining monochrome fluorescence tubing, it is suitable to set up  $\Delta n$  so that the selective reflection spectrum of a liquid crystal shutter may cover enough the spectral band width of the emission spectrum of a fluorescent substance.

[0030] Furthermore, it is desirable to use the extremely stable liquid crystal ingredient to the temperature change of a foreground color, i.e., the ingredient with a small dependency to the temperature change of whorl pitch length, from a viewpoint which controls the shift of the foreground color accompanying a temperature change. When it is difficult to control the temperature dependence of a foreground color with a single liquid crystal ingredient, the temperature dependence of a foreground color should just use two or more chiral agents from which temperature dependence, such as forward and negative, differs.

[0031] The polymer nature matter which sets at the liquid crystal shutter of this invention, and distributes in a liquid crystal layer and it is made to contain is the natural pitch length P0 about cholesteric liquid crystal. What is necessary is just to arrange so that it may set and may stabilize most. For example, the polymerization nature matter is made to coexist with a liquid



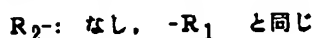
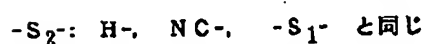
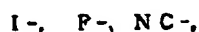
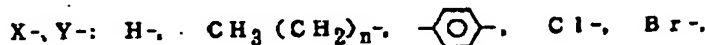
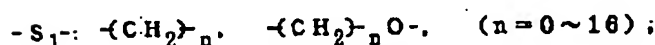
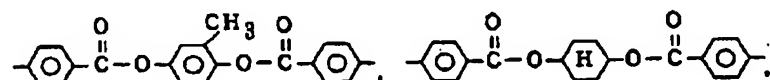
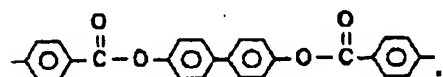
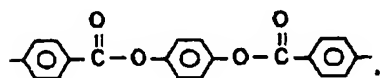
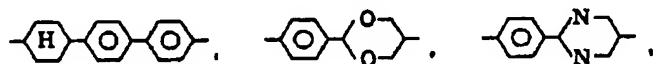
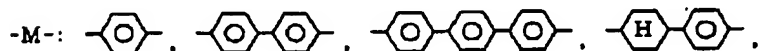
crystal layer, and cholesteric liquid crystal is the natural pitch length P0. By being made to carry out a polymerization in the condition of having, the intermolecular force of the liquid crystal molecule of the condition at the time of a polymerization and the polymer nature matter can become large. It is not limited and especially the component of such polymer nature matter is general formula R1-S1-M-S2-R2. You may make it use a constituent which is displayed.

[0032]

[Formula 1]



ただし-M-, -S<sub>1</sub>-, R<sub>1</sub>-, -S<sub>2</sub>-, -R<sub>2</sub>は例えば以下のとおり



Moreover, it is desirable that compatibility with the liquid crystal ingredient to mix is good. You may make it use the polymer of the polymerization nature matter which combines a meso gene part with intramolecular and presents liquid crystallinity from this point. As a meso gene part of the polymer nature matter, a phenyl group, a biphenyl radical, a terphenyl radical, a phenyl cyclohexyl radical, a biphenyl cyclohexyl radical, a phenyl dicyclohexyl radical, an azobenzene radical, an azoxybenzene radical, a \*\* NJIRI DIN aniline radical, a stilbene radical, a tolan radical, etc. can be mentioned, for example.

[0033] What is necessary is for the mixture of the oligomer guided from monomers or oligomer, and monomers to be sufficient, and to carry out polymerization hardening of this with heat or light, to carry out in a polymer, and just to obtain a macromolecule from the point of selection of a polymerization nature monomer or reactivity, or viscosity as polymerization nature matter. It is more desirable to use the polymer of the ingredient which has a photoresist from the point of the ease of polymerization control. As a polymerization nature monomer or oligomer, the mono-acrylic monomer which carries out polymerization hardening by UV irradiation or oligomer, a JIAKURIRU monomer, or oligomer can be mentioned as a suitable ingredient, for example.

[0034] In addition, the alpha position of a vinyl group and/or the hydrogen like beta may be permuted by the phenyl group, the alkyl group, the halogen radical, the cyano group, etc. The matter which has the structure expression shown, for example in Table 1 as a polymerization nature monomer used as the ingredient matter of the polymer nature matter can be mentioned.

Moreover, as what it is marketed and can come to hand easily, Kaya Rudd etaDDalpha, Kaya Rudd MANDalpha, Kaya Rudd etachi-220, Kaya Rudd HX-620, Kaya Rudd R-551, Kaya Rudd R-712, Kaya Rudd R-604, Kaya Rudd R-167 (above, Nippon Kayaku Co., Ltd. make), AKURI ester BZ, AKURI ester etachi, and AKURI ester etaP (above, Mitsubishi Rayon Co., Ltd. make) etc. can be used, for example.

[0035] Moreover, in order to perform a polymerization promptly, you may make it use a polymerization initiator, in case the polymer nature matter arranged with a liquid crystal molecule is formed, in order to stabilize the whorl pitch of a liquid crystal layer. As what it is marketed and can come to hand easily that what is necessary is just what is suitable for the monomers to choose and oligomer as a photopolymerization initiator DAROKYUA 1173 (product made from Merck), DAROKYUA 1116 (product made from Merck), IRGACURE 184 (product made from Ciba Geigy), IRGACURE 651 (product made from Ciba Geigy), IRGACURE 907 (product made from Ciba Geigy), the kaya cure DETX (Nippon Kayaku Co., Ltd. make), the kaya cure EPA (Nippon Kayaku Co., Ltd. make), etc. can be mentioned. What is necessary is just to add the addition of a photopolymerization initiator from a viewpoint which maintains the retention of liquid crystal highly as opposed to monomers and oligomer in about 5 or less % of the weight of the range preferably. Moreover, a polymerization nature monomer or oligomer is made to contain modifiers, such as a cross linking agent, a surfactant, a polymerization promotor, a chain transfer agent, and a photosensitizer, if needed, and you may make it use for it.

[0036] As the production approach of the liquid crystal layer containing the polymer nature matter in the liquid crystal shutter of this invention, it is the natural whorl pitch length P0 of cholesteric liquid crystal as mentioned above, for example. To set and what is necessary is just made to carry out the polymerization of the polymerization nature matter. Moreover, it is desirable at this time to photopolymerize, after making the mixture of a polymerization nature monomer or oligomer, the liquid crystal ingredient matter, etc. pinch between substrates. Under the present circumstances, a medium can be made into the transparence condition instead of a light-scattering condition by controlling optical exposure reinforcement and optical irradiation time. Furthermore, the structure of a medium can also be more minutely controlled by controlling the medium temperature at the time of a polymerization. In addition, not to be limited and what is necessary is just made to carry out by approaches, such as vacuum impregnation, suction impregnation, and spreading, especially as an approach of making a transparence medium pinching between substrates.

[0037] As long as the electric field of a direction (field inboard of a liquid crystal layer) parallel to said substrate can be impressed, you may make it what kind of thing used for the electrode for impressing an electrical potential difference to a liquid crystal layer in the liquid crystal shutter of this invention. As an electrode which has translucency, membranes can be formed by a spatter etc. and the thin film of ITO (indium tin oxide) can be used, for example. Various electrode materials, such as aluminum, nickel, copper, silver, gold, and platinum, can be used for electrodes, such as a reflector with which transparency is not demanded. Moreover, what is necessary is just made to perform electrode formation of a up to [ a substrate ] by the usual approaches, such as vacuum evaporation, sputtering, and a photolithography. Moreover, you may make it arrange an electrode only in one substrate among the substrates of the pair which pinches a liquid crystal layer, and may make it arrange it in both substrates. The electric field where it is more uniform to arrange an electrode can be impressed to both substrates. When it desires homogeneity of the further electric field, you may make it arrange so that a column-like electrode may be pinched between the substrates which pinch a liquid crystal layer. You may make it make a pillar-shaped electrode also bear the function of a spacer to specify the magnitude of a substrate gap, at this time, so that it may mention later.

[0038] Glass, plastics, a ceramic, etc. can be used that what is necessary is just what has reinforcement sufficient as a substrate, the insulation, and transparency which constitute the liquid crystal shutter of this invention, and which pinch a liquid crystal layer. Moreover, it will not be limited especially if it is within the limits which does not spoil reinforcement about thickness.

[0039] An insulating thin film may be made to form in the electrode surface which impresses electric field to a liquid crystal layer by the liquid crystal shutter of this invention. As an

ingredient of an insulating thin film, it does not have the reactivity or the solubility over a liquid crystal ingredient, and if it is insulation electrically, it will not be limited especially in quality of the material. Moreover, you may make it arrange such an insulating thin film all over the liquid crystal layer pinching side of not only an electrode surface but a substrate. Moreover, you may make it use such insulating film as orientation film.

[0040] As a component of the insulating film, inorganic substances, such as the organic substance, such as polyimide, a polyamide, polyvinyl alcohol, polyacrylamide, cyclized rubber, novolak resin, polyester, polyurethane, acrylic resin, bisphenol resin, or gelatin, and silicon oxide, and silicon nitride, etc. can be mentioned, for example. What is necessary is to make it use a Langmuir-Blodgett's technique (LB law), vacuum deposition, etc. in which copy the monomolecular film formed on spreading by the spin coat, and the water surface, it carries out a laminating on an electrode substrate, and a thin film is made to form as the formation approach of the orientation film, and just to choose the approach suitable for the component of the insulating film. Moreover, although the thickness of an insulating thin film is not limited especially if electrical-potential-difference impression to a liquid crystal layer can be performed enough, it is desirable to arrange thinly in the range which does not spoil insulation from a viewpoint of a low-battery drive. What is necessary is for rubbing, a photo alignment, slanting vacuum evaporation, etc. just to be made to perform that what is necessary is generally just made to perform orientation processing to an insulating thin film to abbreviation parallel in the electrical-potential-difference impression direction. What is necessary is just to use various spacers in this invention, in controlling more the magnitude of the gap between the substrates which pinch a liquid crystal layer, and homogeneity to accuracy. You may make it a spacer sprinkle a spherical spacer and a cylindrical spacer by the electrostatic sprinkling method etc. to the liquid crystal layer pinching side of a substrate. Moreover, spacers approach at the time of substrate combination, and since it is difficult to make a spraying consistency into homogeneity, you may make it arrange a column-like insulator at fixed spacing on a substrate. as the spacer ingredient sprinkled to a substrate — insulation — and it does not react or dissolve with the liquid crystal molecule to be used, if stability distributes on a substrate, it is not limited especially in quality of the material, and inorganic oxides, such as macromolecules, such as divinyl BENSEN and polystyrene, or an alumina, and a silica, etc. can be used. The thing narrow as much as possible of the particle size distribution of the spacer to be used is desirable. You may make it form by the photolithography method etc., and may make it form by printing etc. as an approach of making a pillar-shaped object forming at fixed spacing on an electrode substrate. As the ingredient, it cannot have the reactivity or the solubility over a liquid crystal ingredient, but the photopolymer of an insulating positive type or a negative mold etc. can be used electrically. For example, although what photopolymer-ized polyimide, a polyamide, polyvinyl alcohol, polyacrylamide, cyclized rubber, novolak resin, polyester, polyurethane, acrylic resin, bisphenol resin, or gelatin can be mentioned, generally the photosensitive polyimide of a negative mold is desirable.

[0041] You may make it use the same liquid crystal layer of two sheets of whorl bearing by the liquid crystal shutter of this invention combining two or more liquid crystal layers and  $\lambda/2$  plate which were made into the unit as mentioned above. As for  $\lambda/2$  plate to be used, it is desirable to use a phase contrast plate which wavelength  $\lambda$  is the main wavelength of the selective reflection of a cholesteric phase and the adjusted thing, and is high permeability.

[0042] Moreover, you may make it use by the liquid crystal shutter of this invention combining two or more same liquid crystal layers of whorl bearing, and a polarization conversion sheet and  $\lambda/4$  plate as mentioned above.  $\lambda/4$  plate may be combined with a commercial linearly polarized light conversion sheet, and you may make it use the red who has the same whorl bearing, green, and blue combining three cholesteric-liquid-crystal optical elements which carry out selective reflection, for example as a sheet which changes no polarizing into the right or the left-handed circularly-polarized light.

[0043] You may make it use monochrome fluorescence tubing as a display means in the display of this invention, for example. It will not be limited especially if it is the so-called monochrome type of thing which has red, green, and a mixed blue fluorescent substance. Moreover, two or

more sets of electron ray fluorescence tubing is set, and you may make it use it for large screen displays. In the display of this invention, when there are red of monochrome fluorescence tubing, green, and a wavelength component that cannot be covered by the red of a liquid crystal shutter, green, and the blue selective reflection spectrum among blue emission spectra, the color purity of the display screen will fall. Therefore, in order to secure color purity, it is suitable to make it make the selective reflection spectrum of a liquid crystal shutter and the emission spectrum of fluorescence tubing correspond, for this reason you may make it make the wavelength component which cannot be covered by the selective reflection spectrum of a liquid crystal shutter among the emission spectrums of the red of fluorescence tubing, green, and blue in a liquid crystal layer contain the coloring matter which has absorption. Moreover, what applied coloring matter to the transparence substrate is also combinable with a liquid crystal shutter. [0044] Moreover, in order to secure a wide-field-of-view angle in the liquid crystal shutter of this invention, and a display, you may make it combine the means which makes parallel the incident light to a liquid crystal shutter, and the means for making outgoing radiation light from a liquid crystal shutter into a wide angle.

[0045]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained below at a detail.

[0046] (Operation gestalt 1) Here, the basic configuration and its actuation of the liquid crystal color shutter of this invention are explained. Drawing 1 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. Drawing 1 (a) shows signs that drawing 1 (b) impressed driver voltage to the liquid crystal layer for signs that driver voltage is not impressed to a liquid crystal layer, respectively.

[0047] The ctenidium-like electrode 14 arranged so that this liquid crystal color shutter might pinch the liquid crystal layer 13 which presents a cholesteric phase between the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12 and might form the electric field of a direction parallel to the direction of a field of the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12 to the liquid crystal layer 13 at the 1st substrate 11 is arranged. Drawing 2 is drawing showing roughly the example of the pattern seen from [ of the liquid crystal molecule of a ctenidium-like electrode ] the screw axis, and expands and shows some electrode patterns with which conductor-layer 14a was arranged by the INTADIJITARU configuration. Driver voltage is supplied to this ctenidium-like electrode 14 with the electrical-potential-difference impression means 15, horizontal electric field are impressed to the liquid crystal layer 14, and the wavelength of the transmitted light of the liquid crystal layer 13 or the wavelength of the selective reflection light by the liquid crystal layer 13 is controlled by changing the whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes the liquid crystal layer 13.

[0048] The liquid crystal layer 13 at the time of un-impressing [ of driver voltage ] as shown in drawing 1 (a) is the whorl pitch length  $P_0$  of a natural condition. Planar structure is taken. When the average refractive index of liquid crystal is set to  $n$  at this time, the liquid crystal layer 13 is  $\lambda = n \times P_0$ . The light which has the wavelength of the selective reflection field centering on the wavelength  $\lambda$  specified is reflected. Pitch length  $P_i$  for which the whorl pitch length of a liquid crystal molecule can be extended and which it cannot illuminate as shown in drawing 1 (b) if liquid crystal layer 13 driver voltage is impressed It becomes planar structure and the wavelength of selective reflection light shifts to a long wavelength side. Therefore, selective reflection light can be set as the three primary colors of additive mixture of colors, i.e., red, green, and blue by controlling applied voltage. For example, if the whorl pitch of the liquid crystal molecule corresponding to driver voltage  $V_i$  is set to  $P_i$  Since  $P_i$  changes according to  $V_i$ , wavelength  $n \times P_i$  of the selective reflection light at the time of the whorl pitch  $P_i$  The three primary colors of additive mixture of colors, Namely, by setting it as red, green, and blue, the wavelength of the selective reflection light of the liquid crystal layer 13 can be changed to red, green, and blue, therefore a liquid crystal color shutter can be operated by carrying out.

[0049] When switching the wavelength (for example, three primary colors) of the reflected light and considering as a liquid crystal color shutter, selective reflection light can be used as it is. On the other hand, it is necessary to remove from the incident light to the liquid crystal layer 13 among the three primary colors like the color picture display of this invention at the \*\* case

which switches and uses the three primary colors of the transmitted light by making right-and-left both the circular polarization of light component of two colors into selective reflection light. [0050] (Operation gestalt 2) In order to impress the more uniform electric field in the perpendicular direction of the substrate which pinches the liquid crystal layer 13 as arrangement of the electrode which forms electric field in a liquid crystal layer to a liquid crystal layer, you may make it use the pillar-shaped electrode 16 as shown in drawing 3 instead of a ctenidium-like electrode like drawing 2 in the liquid crystal color shutter of this invention. Drawing 3 is drawing showing roughly another example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. Drawing 3 (a) shows signs that drawing 3 (b) impressed driver voltage to the liquid crystal layer for signs that driver voltage is not impressed to a liquid crystal layer, respectively. In using the ctenidium-like electrode 14, it is difficult to obtain uniform electric field in the direction of a normal of a substrate, and the reinforcement of the electric field formed in a field distant from an electrode among the liquid crystal layers 13 as compared with electrodes, such as an electrode surface, and the field which approached becomes small. For this reason, the whorl pitch length of a liquid crystal molecule becomes short [near the electrode], and the spectrum of selective reflection light is on a short wavelength side in broadcloth. On the other hand, if the pillar-shaped electrode 16 is used, since uniform electric field can be formed according to the direction of a normal of a substrate, the spectrum of selective reflection light does not become broadcloth. However, you may make it control efficiently reflection/transparency of the emission spectrum of fluorescence tubing using the phenomenon in which the spectrum of selective reflection light mentioned above becomes broadcloth to mention later.

[0051] (Operation gestalt 3) Below, actuation of the liquid crystal color shutter of this invention is explained roughly. Although the wavelength of the transmitted light or selective reflection light is controlled by the liquid crystal color shutter of this invention by making between the planar structures from which whorl pitch length differs change, it is the relaxation process which cannot perform change in the shorter structure of whorl pitch length by electric field, and this process becomes rate-limiting, when realizing a high-speed response.

[0052] Two configurations mentioned above in the liquid crystal color shutter of this invention, i.e., the configuration which accelerates a relaxation process by stabilizing a liquid crystal molecule according to intermolecular force with the polymer nature matter, and whorl pitch P0 of a natural condition High-speed electric - optical response is realized by making two or more big conditions change by adopting the configuration which accelerates a relaxation rate.

[0053] For drawing 4, the liquid crystal molecule which constitutes a cholesteric phase is the natural whorl pitch length  $\rho_0$ . As stabilized in the condition, it is drawing showing typically the example which arranged the polymer nature matter 17 between substrates with the liquid crystal layer 13.

[0054] Thus, in order to make a liquid crystal layer distribute and contain the macromolecule to which the polymerization of the polymerization nature matter was carried out, the polymerization nature matter is made to pinch between the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12 with the ingredient which constitutes the liquid crystal layers 13, such as a liquid crystal ingredient. At this time, the liquid crystal layer 13 chooses a substrate gap and whorl pitch die length so that a planar array may be carried out. If a liquid crystal ingredient and an ingredient with high compatibility, for example, the polymerization nature matter which presents liquid crystallinity, are used as polymerization nature matter, the planar structure which the polymer nature matter 17 which carried out polymerization nature distributed on micro level to the liquid crystal ingredient or the chiral agent can be acquired. The polymer nature matter 17 formed of the polymerization as it illustrated that the polymerization nature matter carried out a polymerization to drawing 4 (a) at this time, for example, an optical exposure etc., is the natural whorl pitch length  $\rho_0$  about liquid crystal molecule 13a. It stabilizes, where a planar array is carried out. For this, interactions, such as intermolecular force of liquid crystal molecule 13a and the polymer nature matter 17, are the natural whorl pitch length  $\rho_0$ . It is because it becomes large.

[0055] P0 of liquid crystal molecule 13a which constitutes the liquid crystal layer 13 if a polymer is arranged as mentioned above The elastic energy in a condition is reduced and it stabilizes

more. Therefore, it is the whorl pitch length  $P_i$  by electrical-potential-difference impression. An energy difference with the planar structure ( $\rho_0 < \rho_i$ ) which became long can be made to increase. An electrical potential difference is cut from the condition which carried out electrical-potential-difference impression, and it is the natural whorl pitch length  $\rho_0$  from whorl pitch length  $\rho_i$  ( $\rho_0 < \rho_i$ ). The relaxation time to a condition is inversely proportional to the energy difference between 2 conditions that whorl pitch length differs. Therefore, the transition rate from a condition to the shorter condition that the whorl pitch of a liquid crystal molecule is long can accelerate, and the working speed of a liquid crystal color shutter can be enlarged.

[0056] (Operation gestalt 4) Next, it is the whorl pitch  $P_0$  of a natural condition. The liquid crystal color shutter of this invention which adopted the configuration which two or more big conditions are made to change, and accelerates a relaxation rate is explained.

[0057] Drawing 5 is the whorl pitch  $P_0$  of a natural condition. It is drawing for explaining the liquid crystal color shutter of this invention which makes two or more big conditions change.

Drawing 5 (a) is whorl pitch  $P_i = P_0$  of a liquid crystal molecule. Drawing 5 (b) is the situation of the cel of a case Whorl pitch  $P_i = P_1$  of a liquid crystal molecule Drawing 5 (c) is the situation of the cel of a case Whorl pitch  $P_i = P_2$  of a liquid crystal molecule The situation of the cel of a case is shown typically, respectively.

[0058] A liquid crystal layer is made for two or more bigger conditions (for example,  $P_i = P_1$ ,  $P_i = P_2$ , etc.) than the natural whorl pitch of liquid crystal molecule 13a to correspond to transparency or the wavelength of light which carries out selective reflection by the liquid crystal color shutter of this invention. for example, whorl pitch  $P_1$  the time -- B (blue) and whorl pitch  $P_2$  the time -- G (green) -- moreover -- although illustration is omitted -- whorl pitch  $P_3$  it is -- make R (red) sometimes correspond -- what is necessary is just to carry out for obtaining And whorl pitch  $P_i$  of a liquid crystal molecule. The wavelength of the transmitted light of a liquid crystal layer or selective reflection light is controllable by impressing driver voltage to a liquid crystal layer to be set to  $P_1$ ,  $P_2$ , and  $P_3$ .

[0059] As mentioned above, at the liquid crystal color shutter of this invention, it is the whorl pitch  $P_0$  in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal. The wavelength of the transmitted light and the reflected light is controlled by making between two or more conditions that the pitch which cannot be leaked is large (between the whorl pitch  $P_1$ , the whorl pitch  $P_2$ , and the whorl pitches  $P_3$  and  $P_0 < P_1 < P_2 < P_3$ ) change. for example, whorl pitch  $P_0$  of a natural condition Big whorl pitch  $P_2$  from -- whorl pitch  $P_1$  A relaxation process and whorl pitch  $P_3$  from -- whorl pitch  $P_2$  A relaxation process can be accelerated and time amount which a state transition takes can be shortened.

[0060] Whorl pitch length  $\rho_i$  Energy  $E_i$  which can be set It can express with  $\epsilon_i = \frac{K_{22}(2\pi/\rho_0 - 2\pi/\rho_i)^2}{2}$ . Therefore, if  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ , and the average refractive index of liquid crystal are set to  $n$ , the selective reflection wavelength in pitch length  $P_i = \rho_i$  which cannot be compared and taken into pieces, and  $P_i = \rho_i$  ( $\rho_0 \leq P_1 < \rho_2$ ), respectively Energy difference  $\Delta E$  between two planar structures from which this whorl pitch length differs ( $= E_2 - E_1$ )  $\Delta E = 2\pi^2 K_{22} \left\{ \left( \frac{1}{\rho_0} \right) - \left( \frac{1}{\rho_2} \right) \right\} \times \left\{ \left( \frac{2}{P_0} \right) - \left( \frac{1}{P_1} \right) - \left( \frac{1}{P_2} \right) \right\}$

$$= 2\pi^2 K_{22} n^2 \left\{ \left( \frac{1}{\lambda_0} \right) - \left( \frac{1}{\lambda_2} \right) \right\}$$

$$\times \left\{ \left( \frac{2}{\lambda_0} \right) - \left( \frac{1}{\lambda_1} \right) - \left( \frac{1}{\lambda_2} \right) \right\}$$

It becomes. Therefore, in case the liquid crystal color shutter of this invention is constituted, it is the natural whorl pitch length  $\rho_0$  of a liquid crystal molecule. What is necessary is just to define the mixed rate, while choosing a liquid crystal ingredient and a chiral agent so that a small value may be taken. In this case, it is the whorl pitch length  $P_a$  in minimum wavelength in the selective reflection field set up in the cel of one liquid crystal color shutter. Natural whorl pitch length  $P_0$  What is necessary is just to make it always impress an electrical potential difference (bias voltage), since it becomes long. Moreover, natural whorl pitch length  $P_0$  What is necessary is just to define a minimum in consideration of the relation ( $V_i - P_i$ ) of electrical-potential-difference 1 whorl pitch length. At the liquid crystal color shutter of this invention which has such a configuration, it is the whorl pitch  $P_0$ . A condition does not correspond to wavelength, such as B (blue), G (green), and R (red), and is the whorl pitch  $P_0$ . As for the cel of the liquid



crystal color shutter of a condition, a blue twist will also correspond to a short wavelength side (ultraviolet side). In the liquid crystal color shutter of this invention, the wavelength of the selective reflection light in electrical-potential-difference the condition of not impressing can perform wavelength control of the transmitted light or selective reflection light by making between two or more larger conditions of elastic energy change rather than a natural condition by constituting a cel so that it may shift to an ultraviolet side rather than a visible region, for example.

[0061] By the liquid crystal color shutter of this invention, wavelength control of the transmitted light of the liquid crystal layer corresponding to the whorl pitch of a liquid crystal molecule or selective reflection light is accelerable to for example, extent about 1 or less  $\mu\text{m}$ s by adopting such a configuration. In addition, you may make it use for the method and coincidence which make the polymer nature matter which carried out point \*\* contain combining this technique.

[0062] (Operation gestalt 5) The liquid crystal color shutter of this invention possessing two or more liquid crystal layers from which whorl bearing of a cholesteric phase differs next is explained.

[0063] First, the polymer nature matter is distributed and it is  $P_i = P_0$ . The case where a condition is stabilized is explained. Drawing 6 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. This liquid crystal color shutter carries out the laminating of two or more cels from which whorl bearing of a cholesteric-liquid-crystal layer differs, in order to control the wavelength of the transmitted light. Here, the example which constitutes a liquid crystal color shutter from a cel, the cel 21 which carries out selective reflection of the blue at the time of electrical-potential-difference un-impressing, a cel 22 and the cel 23 which carries out selective reflection of the green at the time of electrical-potential-difference un-impressing, and a cel 24, of four sheets is explained. Whorl bearing reflects a right-handed-circularly-polarized-light component in clockwise direction, and, as for a cel 21 and a cel 23, whorl bearing reflects a left-handed-circularly-polarized-light component in counterclockwise direction, as for a cel 22 and a cel 24. Moreover, applied voltage is controlled so that a cel 23 and a cel 24 carry out selective reflection of the red by a cel 21 and a cel 22 carrying out selective reflection of the green at the time of electrical-potential-difference impression. Here, cels 21, 22, 23, and 24 are similarly constituted in the liquid crystal color shutter of this invention which was mentioned above.

[0064] Drawing 7 is drawing showing the example of the selective reflection spectrum of the liquid crystal color shutter illustrated to drawing 6. The selective reflection light spectrum of the group of a cel 21 and a cel 22 serves as a profile 32 at the time of a profile 31 and electrical-potential-difference impression at the time of electrical-potential-difference un-impressing, and the selective reflection light spectrum of the group of a cel 23 and a cel 24 serves as a profile 33 at the time of a profile 32 and electrical-potential-difference impression at the time of electrical-potential-difference un-impressing. With the combination of electrical-potential-difference impression and not impressing, out of the three primary colors of additive mixture of colors, one color can be chosen and it can display. [ of 2 sets of these cels 21, 22, 23, and 24 ]

[0065] Drawing 8 is drawing for explaining the color of the transmitted light corresponding to the time of electrical-potential-difference impression of the group of a cel 21 and a cel 22, and the group of a cel 23 and a cel 24, and un-impressing. Moreover, drawing 9 is drawing showing the transmitted light spectrum corresponding to the time of the electrical-potential-difference impression to the group of the cel which constitutes the liquid crystal color shutter of this invention, and un-impressing, and drawing 9 (a), drawing 9 (b), and drawing 9 (c) show the transmitted light spectrum corresponding to the time of electrical-potential-difference impression of the group of a cel 21 and a cel 22, and the group of a cel 23 and a cel 24, and un-impressing, respectively. In addition, especially the location sequence of a cel is not limited. It is the whorl pitch length  $P_i$  of a liquid crystal molecule so that red, green, and the one blue three primary colors each may be included in four kinds of combination at least further again about which color of the transmitted light is made to correspond to a total of four kinds of combination at the time of un-impressing and impression of an electrical potential difference to 2 sets of cels respectively. Applied voltage  $E_i$  It is not limited especially as long as it controls. Next, a whorl



pitch is  $P_0$ . The case where make two or more big conditions change, and the transmitted light is controlled is explained. In this case, a whorl pitch is  $P_0$ . The 1st electrical potential difference  $E_1$  which becomes large The cel 21 which carries out selective reflection of the blue at the time of impression, a cel 22, and the 1st electrical potential difference  $E_1$  The example which constitutes a liquid crystal color shutter from a cel of four sheets of the cel 23 which carries out selective reflection of the green at the time of impression, and a cel 24 is explained. Whorl bearing reflects a right-handed-circularly-polarized-light component in clockwise direction, and, as for a cel 21 and a cel 23, whorl bearing reflects a left-handed-circularly-polarized-light component in counterclockwise direction, as for a cel 22 and a cel 24. Moreover, the 2nd electrical potential difference  $E_2$  A cel 21 and a cel 22 carry out selective reflection of the green at the time of impression, and it is the 2nd electrical potential difference  $E_2$ . At the time of impression, a cel 23 and a cel 24 control applied voltage to carry out selective reflection of the red. In this case, the selective reflection light spectrum of the group of a cel 21 and a cel 22 is the 1st electrical potential difference  $E_1$ . They are a profile 31 and the 2nd electrical potential difference  $E_2$  at the time of impression. Becoming a profile 32 at the time of impression, the selective reflection light spectrum of the group of a cel 23 and a cel 24 is the 1st electrical potential difference  $E_1$ . They are a profile 32 and the 2nd electrical potential difference  $E_2$  at the time of impression. It becomes a profile 33 at the time of impression. One color can be chosen and displayed out of the three primary colors of additive mixture of colors by controlling the applied voltage of 2 sets of these cels 21, 22, 23, and 24. At this time, according to this invention, time amount of the state transition to the selection condition of other colors from the selection condition of one certain color can be shortened, therefore the speed of response of a liquid crystal color shutter can be made into a high speed, and display quality can be improved. [0066] (Operation gestalt 6) The example which constituted the liquid crystal color shutter of this invention using 3 sets of cels from which whorl bearing of a cholesteric phase differs next is explained. Drawing 10 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. Also in this case, the configuration is used for all the cels that constitute a liquid crystal color shutter like the liquid crystal color shutter of this invention which was mentioned above.

[0067] First, the polymer nature matter is distributed and it is  $P_i = P_0$ . The case where a condition is stabilized is explained. In this case, at the time of electrical-potential-difference impression, the liquid crystal color shutter is set up so that a cel 41, a cel 42 and a cel 43, a cel 44 and a cel 45, and a cel 46 may carry out selective reflection of the one color each of additive mixture of colors in three primary colors at the time of electrical-potential-difference un-impressing, and so that the wavelength field of selective reflection light may correspond to an infrared-region side.

[0068] And in this example, whorl bearing of a cholesteric phase is set as clockwise twining, and, as for cels 41, 43, and 45, whorl bearing of a cholesteric phase is set as counterclockwise twining, as for cels 42, 44, and 46. Moreover, the cel 45 and the cel 46 were set up so that selective reflection of the blue glow might be carried out, and they are set up at the time of electrical-potential-difference impression so that the wavelength field of the selective reflection light of all cels may turn into an infrared region, so that a cel 43 and a cel 44 may carry out selective reflection of the green light at the time of electrical-potential-difference un-impressing, as a cel 41 and a cel 42 carry out selective reflection of the red light. By adopting such a configuration, an electrical potential difference can be impressed to one of 3 sets of cels, and the 2 remaining sets can choose the condition that the transmitted light becomes one color in three primary colors, by supposing electrical-potential-difference un-impressing. In addition, especially the location sequence of a cel is not limited also in this case.

[0069] Next, a whorl pitch is  $P_0$ . The case where make two or more big conditions change, and the transmitted light is controlled is explained. In this case, for a liquid crystal color shutter, a cel 41, a cel 42 and a cel 43, a cel 44 and a cel 45, and a cel 46 are  $P_i = P_1$ . The 1st corresponding electrical potential difference  $E_1$  It is  $P_i = P_2$  so that selective reflection of the one color each of additive mixture of colors in three primary colors may be carried out at the time of impression. The 2nd corresponding electrical potential difference  $E_2$  At the time of electrical-potential-

difference impression, it has set up so that the wavelength field of selective reflection light may correspond to an infrared-region side.

[0070] And in this example, whorl bearing of a cholesteric phase is set as clockwise twining, and, as for cels 41, 43, and 45, whorl bearing of a cholesteric phase is set as counterclockwise twining, as for cels 42, 44, and 46. moreover, the 1st electrical potential difference E1 at the time of impression, a cel 45 and a cel 46 are set up so that selective reflection of the blue glow may be carried out, so that a cel 43 and a cel 44 may carry out selective reflection of the green light, so that a cel 41 and a cel 42 may carry out selective reflection of the red light -- having -- the 2nd electrical potential difference E2 the time of electrical-potential-difference impression -- being alike -- it has set up so that the wavelength field of the selective reflection light of all cels may turn into an infrared region. By adopting such a configuration, the 2nd electrical potential difference can be impressed to one of 3 sets of cels, and the 2 remaining sets can choose the condition that the transmitted light becomes one color in three primary colors, by considering as the 1st electrical-potential-difference impression. In addition, especially the location sequence of a cel is not limited also in this case.

[0071] (Operation gestalt 7) Below, the example from which whorl bearing of a cholesteric phase constituted the liquid crystal color shutter of this invention combining two or more same liquid crystal layers and  $\lambda/2$  plate is explained. Drawing 11 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. this liquid crystal color shutter -- coincidence -- control or the 1st electrical potential difference E1 of impression and not impressing The 2nd electrical potential difference E2 Two cels 51, in which control is performed, cels 52 and cels 53, and cels 54 are alike, respectively, it receives, and  $\lambda/2$  phase-contrast plates 55 and 56 are arranged. [ of an electrical potential difference ] What is necessary is for a cel 51, a cel 52, and a cel 53 and a cel 54 to be cels of the same configuration respectively here, and just to make it constitute like the liquid crystal color shutter of this invention which was mentioned above.

[0072] The group which consists of  $\lambda/2$  plates installed the two same cels and between them supports the group by which whorl bearing is constituted from drawing 6 in one cel each of a right hand wind coil and an eft hand wind coil. What is necessary is just to choose  $\lambda/2$  plate to be used in consideration of the wavelength of the selective reflection light at the time of a drive. 2 sets of location sequence and especially whorl bearing are not limited. While the degree of freedom in ingredient selection called selection of a chiral agent spreads by this method using  $\lambda/2$  plate as compared with using the two same cels or the case where whorl bearing uses every one cel of a right hand wind coil and an eft hand wind coil, respectively since it can do, it is advantageous also in respect of a manufacturing cost. Although a general approach uses one pair of optical isomers of dextro-rotatory and levorotation in order to produce the cel of the same natural whorl pitch length and the same temperature characteristic in a right hand wind coil and counterclockwise direction, the optical isomer of the optical activity of the method of either -- is usually because acquisition is difficult compared with another side.

[0073] (Operation gestalt 8) Drawing 12 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. This example shows the configuration which uses one  $\lambda/2$  plate by the whole liquid crystal color shutter. By this liquid crystal color shutter, that cel 61a of the same configuration, cel 61b and cel 62a, and one cel 62b should just be arranged at each both sides of  $\lambda/2$  plate 63, respectively, as long as this is satisfied, especially the location sequence of a cel is not limited.

[0074] Although drawing 11 and drawing 12 showed the case where illustrated to drawing 6 and 2 sets of cels [ like ] were used, 3 sets of cels which were illustrated to drawing 10 may be used.

[0075] (Operation gestalt 9) Below, the polarization conversion sheet which changes no polarizing into the right-handed circularly polarized light or the left-handed circularly-polarized light, changed circular polarization of light bearing, and whorl bearing of a cholesteric phase explain the liquid crystal color shutter of this invention possessing the same cel.

[0076] Drawing 13 is drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention. In this case, since the light which should control wavelength by the liquid crystal color shutter is changed into the circular polarization of light

component of the method of either – in the phase which carries out incidence to a cel, a small number of cel can constitute a liquid crystal color shutter from the configuration explained so far. What is necessary is just to use the polarization conversion sheet changed into the left-handed circularly-polarized light, in using a left hand wind cholesteric phase using the polarization conversion sheet which changes no polarizing into the right-handed circularly polarized light in using a right hand wind cholesteric phase. In order to realize the polarization conversion sheet which consists of a linearly polarized light plate of an absorption mold, and  $\lambda/4$  plate, or higher permeability as such a polarization conversion sheet, you may make it use the polarization conversion sheet which and changes incident light [ \*\*\*\* /-less ] into the circular polarization of light by the multiple echo by the side of the light source. [ while ]

[0077] It explains taking the case of the case where the polarization conversion sheet 73 with which all the transmitted lights turn into the right-handed circularly polarized light now is used. When all the light that penetrated the polarization conversion sheet 73 turns into the right-handed circularly polarized light, as for both the cel 71 of two sheets, and the cel 72, whorl bearing uses a clockwise cel. The cel 71 and the cel 72 are equivalent to the cel 21 of the liquid crystal color shutter of this invention illustrated to drawing 6 , respectively, and the cel 23 here. [0078] In addition, although the liquid crystal color shutter of a configuration of having illustrated to drawing 13 is equivalent to the liquid crystal color shutter of this invention illustrated to drawing 6 , you may make it adopt the cel configuration equivalent to the liquid crystal color shutter of this invention illustrated to drawing 10 , for example using three cels. Moreover, especially the location sequence of a cel is not limited.

[0079] (Operation gestalt 10) The color picture display of this invention is explained here. The color picture display of this invention is equipped with the liquid crystal color shutter of this invention which was mentioned above, and an unit or two or more monochrome fluorescence tubing, and performs a color picture display.

[0080] Drawing 14 is drawing showing the configuration of the color picture display of this invention roughly, and shows the example which combined the display 80 which arranged two or more monochrome fluorescence tubing 81 in all directions, and constituted the one-display screen, and the liquid crystal color shutter 20 of this invention constituted from four cels 21, 22, 23, and 24 which were illustrated to drawing 6 . Colour selection of the transmitted light is performed by the liquid crystal color shutter 20 corresponding to color information, and, as for the white light which has the gradation according to the color information which carried out outgoing radiation from the display screen of a display 80, one color is displayed among [ in additive mixture of colors ] the three primary colors. In order to synchronize the display timing to the display screen of the image which has the gradation corresponding to color information, and the change timing of a liquid crystal color shutter which colors that image, the synchronous circuit 82 is used in this example. By this synchronous circuit 82, by taking the synchronization of the raster generator 83 and a control circuit 84, selection of the foreground color of the liquid crystal color shutter 20 and the display of monochrome (gray scale) image which has the gradation information corresponding to a foreground color can be synchronized, and can be performed. Since the change of the transmitted light or selective reflection light can be switched at the high speed for about 1 or less ms by adopting the above configurations, a flicker can be reduced and the high color picture of display grace can be expressed as the liquid crystal color shutter of this invention which constitutes the display of this invention. in addition, the liquid crystal color shutter of this invention which was illustrated, for example to drawing 10 , drawing 11 , drawing 12 , drawing 13 , etc., without restricting the liquid crystal color shutter which is combined and is used for a display to the configuration illustrated to drawing 6 -- the various \*\*\*\* -- things are made.

[0081] (Operation gestalt 11) For example, it is suitable to set up so that the emission spectrum of fluorescence tubing and the selective reflection spectrum of a liquid crystal color shutter which constitute a display 80 from a electrochromatic display of this invention which illustrates to drawing 10 and has a configuration [ like ] in order to secure high color purity may be overlapped.

[0082] Drawing 15 is drawing for explaining the relation between the spectrum of the light which

carries out outgoing radiation of the display screen of a display, and the selective reflection spectrum of a liquid crystal color shutter. Drawing 15 shows the example of the emission spectrum of monochrome fluorescence tubing as a profile 91. Here, since the light of the wavelength field which is not covered among the emission spectra of fluorescence tubing by the selective reflection spectrum of the liquid crystal layer of a liquid crystal color shutter always penetrates a liquid crystal color shutter, it is difficult light to secure high color purity.

[0083] The high color purity of the transmitted light is securable by setting up natural whorl pitch length, selective reflection wavelength width of face, and applied voltage so that the red in a liquid crystal color shutter, green, and a blue selective reflection spectrum may be respectively set to 94, 93, and 92. In addition, when unnecessary wavelength components, such as an emission spectrum of the wavelength region which cannot be covered by the selective reflection spectrum, exist, coloring matter which absorbs the light of the wavelength field is arranged in a liquid crystal layer etc., and you may make it absorb it. In this case, it may mix in a liquid crystal layer, or you may make it apply coloring matter to a substrate. Moreover, you may make it use the thing which made another transparent sheet etc. apply or pinch coloring matter.

[0084] Although the color change of the transmitted light has mainly been described, you may make it apply this invention about the color change of the reflected light in old explanation.

[0085] (Operation gestalt 12) The still more concrete operation gestalt of this invention is explained below.

[0086] The polymer nature matter was made to live together in a liquid crystal layer, the liquid crystal color shutter of this invention of a configuration of stabilizing the ground state of a liquid crystal molecule was produced, and the property was evaluated.

[0087] 10 micrometers of electrode \*\*\*\*\* and the ctenidium-like electrode 14 with an electrode spacing of about 10 micrometers which become the 1st substrate 11 (0.7mm in thickness) which consists of glass from MoW were formed with the conventional method. Next, the cast of the polyimide (AL-1051: Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. make) was carried out to the thickness of about 70nm by the spinner at ctenidium-like electrode 14 forming face, and it was made into the insulator layer. The insulator layer was formed also in the liquid crystal pinching side of another 2nd substrate 12 (0.7mm in thickness) which similarly consists of an insulating material which has the translucency of glass etc.

[0088] Next, rubbing was given with the conventional method to both insulator layers. Under the present circumstances, the direction of rubbing was performed so that it might become the direction of the electric field at the time of electrical-potential-difference impression, and abbreviation parallel.

[0089] Next, the epoxy adhesive for lamination was given to the position on the insulator layer front face of the 2nd substrate 12 with which the ctenidium-like electrode 14 is not arranged, and the resin spacer ball with a diameter of about 5 micrometers was sprinkled by electrostatic spraying etc. on the insulator layer front face of the 1st substrate 11 with which the ctenidium-like electrode 14 has been arranged.

[0090] Then, lamination and a perimeter were sealed so that an insulator layer might counter two substrates mutually. As a liquid crystal layer 13 pinched between the 1st substrate 11 and the 2nd substrate 12, nematic liquid crystal (product made from E48:muerck) 50wt% and chiral agent (product made from CB15:Merck) 50wt% were mixed. next, this liquid crystal mixture 95wt%, the polymerization nature monomer 1, 4-JI (4-(6 - (acryloyloxy) KISHIRU oxy-) \*\* NZOIRU oxy-)-2-methylbenzene 5wt%, and a polymerization initiator (product made from IRGACURE 651:Ciba Geigy) -- a polymerization nature monomer -- receiving -- about 0.5 wt(s)% -- the added mixture -- a law -- it poured in by the method, the impregnation section was also closed, and the liquid crystal color shutter was produced.

[0091] When a blue selective reflection light by the planar structure of a cholesteric phase was measured in this condition, it checked that it was the main wavelength of about 450nm. The high-pressure mercury lamp was used for this cel, the ultraviolet radiation exposure was performed, and the polymerization nature monomer was polymer-ized. The optical exposure reinforcement in this process made about 100 mW/cm2, wavelength of about 365nm, and irradiation time about 1 minute. The selective reflection color of the liquid crystal layer enclosed

in the cel is before and after the exposure of ultraviolet rays, and hardly changed, but made this the cel (right hand wind coil) 21.

[0092] Next, using an optical isomer with a chiral agent (product made from CB15:Merck) as a chiral agent, the cel 22 (eft hand wind coil) was produced in the same way as a cel 21, and blue selective reflection (main wavelength of 450nm) was checked.

[0093] Furthermore, except having mixed nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 59wt%, and chiral agent (product made from CB15:Merck) 41wt%, the cel 23 (right hand wind coil) was produced in the same way as a cel 21, and a green selective reflection light (main wavelength of 550nm) was checked.

[0094] Next, except having mixed optical-isomer 41wt% of the chiral agent (product made from CB15:Merck) nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 59wt%, the cel (eft hand wind coil) 24 was produced in the same way as a cel 21, and a green selective reflection light (main wavelength of 550nm) was checked.

[0095] Thus, the laminating of the produced cels 21, 22, 23, and 24 was carried out to sequence, and the liquid crystal color shutter of this invention was produced.

[0096] The cel 23 and the cel 24 set up driver voltage so that selective reflection light might serve as red at the time of electrical-potential-difference impression, so that a cel 21 and a cel 22 might become green [ selective reflection light ] at the time of electrical-potential-difference impression. So that the transmitted light of a liquid crystal color shutter may serve as red to all the cels 21, 22, 23, and 24 at the time of electrical-potential-difference un-impressing Moreover, so that the transmitted light of a liquid crystal color shutter may become green when driver voltage is impressed only to a cel 23 and a cel 24 When an electrical potential difference was furthermore impressed to all cels, it set up so that the transmitted light of a liquid crystal color shutter might become blue, and it checked that one color could be chosen as the transmitted light among the three primary colors of additive mixture of colors.

[0097] Thus, the working speed in the case of the color change of the liquid crystal color shutter of constituted this invention was measured. For 0.6ms, in electrical-potential-difference impression to the time of un-impressing, the response time is 0.9ms and was able to perform the high-speed color change in 1 or less ms by electrical-potential-difference un-impressing to the time of impression. In addition, when the response time which produces the same liquid crystal color shutter as the former which does not contain a macromolecule in a liquid crystal layer for a comparison, and a color change takes was measured, the response time was 1.9ms for 0.6ms at electrical-potential-difference impression to the time of un-impressing at electrical-potential-difference un-impressing to the time of impression. When the electrochromatic display of a field sequential method which was illustrated to drawing 14 by the conventional liquid crystal color shutter was produced, the problem of color mixture or a color flicker was produced.

[0098] Thus, a high-speed electro-optics response is realizable by shortening time amount which change of the die length of the whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes the liquid crystal layer which presents a cholesteric phase from a liquid crystal color shutter of this invention takes, especially time amount which changes from the condition that a whorl pitch is long, to a short condition. Moreover, in the display of this invention, by adopting the liquid crystal color shutter which carries out high-speed operation, a color flicker can be reduced sharply and display quality can be improved.

[0099] (Operation gestalt 13) The elastic energy of a liquid crystal molecule produced the liquid crystal color shutter of this invention of a configuration of making two or more bigger conditions change, and the property was evaluated.

[0100] First, opposite arrangement of the 1st substrate and 2nd substrate was carried out like the operation gestalt 12, and the perimeter was sealed.

[0101] next, the liquid crystal constituent which consists of nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 44wt%, and chiral agent (product made from CB15:Merck) 56wt% — a law — it poured in by the method and considered as the cel 21 (right hand wind coil). Moreover, nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 44wt%, and optical-isomer 56wt% of CB15 Nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 51wt%, and 49(product made from CB15:Merck) wt%, The cel poured in between substrates by using nematic liquid crystal (product made from

00787011-142623 21/01/15

E48:Merck) 51wt% and optical-isomer 49wt% of CB15 as a liquid crystal constituent was produced as a cel 22 (eft hand wind coil), a cel 23 (right hand wind coil), and a cel 24 (eft hand wind coil), respectively.

[0102] The cel 21 and the cel 22 were [ 375nm, the cel 23, and the cel 24 of the main wavelength of the selective reflection / these / light at the time ( $P_i = P_0$ ) of electrical-potential-difference un-impressing / of a cel ] 460nm. The laminating of the cels 21, 22, 23, and 24 was carried out to sequence, and the liquid crystal color shutter of the same configuration as drawing 6 was produced.

[0103] and the time of impressing the 1st electrical potential difference to each cel which constitutes such a liquid crystal color shutter — the selective reflection light of a cel 21 and a cel 22 — the selective reflection light of blue (main wavelength of 450nm), a cel 23, and a cel 24 — green (main wavelength of 550nm) — driver voltage was set up like. Moreover, when the 2nd bigger electrical potential difference than the 1st electrical potential difference was impressed, the selective reflection light of a cel 21 and a cel 22 controlled driver voltage so that the selective reflection light of the cel of green (main wavelength of 550nm), a cel 23, and a cel 24 served as red (main wavelength of 650nm).

[0104] Thus, by controlling the electrical potential difference impressed to the liquid crystal layer which constitutes each cel, one color was able to be chosen from from for the wavelength of the light which penetrates a liquid crystal color shutter among red, green, and blue. Furthermore, at the time of the time of 2nd electrical-potential-difference impression and the 2nd electrical-potential-difference impression from time of the 1st electrical-potential-difference impression to 1st electrical-potential-difference impression, the response times which the transition between selection conditions of each color takes are 0.6ms and 0.9ms, respectively, and were able to perform the high-speed color change in 1 or less ms.

[0105] Thus, at the liquid crystal color shutter of this invention, it is the whorl pitch  $P_0$  in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal. The wavelength of the transmitted light and the reflected light is controllable at a high speed by making between two or more conditions that the pitch which cannot be leaked is long (between the pitches  $P_2$  it is not made to take whorl pitch  $P_1$ , for example, and  $P_0 < P_1 < P_2$ ) change.

[0106] When the color picture display of this invention which illustrated the above-mentioned liquid crystal color shutter to drawing 14 was constituted like the operation gestalt 12, it was bright and the color flicker was able to display few high images of display grace on the big screen.

[0107] (Operation gestalt 14) The polymer nature matter was made to live together in a liquid crystal layer, the liquid crystal color shutter of this invention of a configuration of stabilizing the ground state of a liquid crystal molecule was produced, and the property was evaluated. Here, the example which produced the liquid crystal color shutter of this invention which was illustrated to drawing 10 is explained using 3 sets of liquid crystal cells from which whorl bearing differs.

[0108] Like the cels 21, 22, 23, and 24 produced with the operation gestalt 12, cels 41, 42, 43, and 44 were produced and a cel 45 (right hand wind coil) and a cel 46 (eft hand wind coil) were further produced at the time of electrical-potential-difference un-impressing. [ as / whose selective reflection light is red (main wavelength of 650nm) ]

[0109] As liquid crystal mixture before adding a polymerization nature monomer, the cel 45 used nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 66wt%, and chiral agent (product made from CB15:Merck) 34wt%, and the cel 46 used nematic liquid crystal (product made from E48:Merck) 66wt%, and optical-isomer 34wt% of CB15. Thus, laminating arrangement of the produced cels 41, 42, 43, 44, 45, and 46 was carried out at sequence, and the liquid crystal color shutter of this invention was produced. In addition, in order to prevent the reflection of the gap of each cel which carried out the laminating, and dispersion, it may be made to carry out the laminating of each cel through the oil matched with the refractive index of a liquid crystal layer.

[0110] In all the cels 41, 42, 43, 44, 45, and 46, driver voltage was controlled so that the wavelength of the selective reflection light at the time of electrical-potential-difference impression served as an infrared region. Thus, the color of the transmitted light was able to be



chosen from red, green, and the blue three primary colors as the liquid crystal color shutter of constituted this invention by impressing an electrical potential difference at any one group among 3 sets of cels, a cel 41, a cel 42 and a cel 43, a cel 44 and a cel 45, and a cel 46. And when the working speed was measured, it is completely the same as that of the operation gestalt 12, and the color change was able to be performed at the high speed for 1 or less ms.

[0111] Moreover, when the color picture display of this invention which illustrated the above-mentioned liquid crystal color shutter to drawing 14 was constituted like the operation gestalt 12, it was bright and the color flicker was able to display the high image of little display grace on the big screen.

[0112] (Operation gestalt 15) The example which produced the liquid crystal color shutter of this invention as shown in drawing 12, combining 2 sets of cels of four sheets and  $\lambda/2$  plate with the same whorl bearing next is explained.

[0113] It prepared respectively at a time the cel 21 produced with the operation gestalt 12, a cel 23 and the cel 61 which has the same configuration, and two cels 62. And each cel and  $\lambda/2$  plate were put in order in order of a cel 61, the cel 62,  $\lambda/2$  plate, the cel 61, and the cel 62, and the liquid crystal color shutter was produced so that one sheet might come the cel 61 and cel 62 of the same configuration at a time to the both sides of  $\lambda/2$  plate 65, respectively.

[0114] Thus, the working speed in the case of the color change of the liquid crystal color shutter of constituted this invention was measured. For 0.6ms, in electrical-potential-difference impression to the time of un-impressing, the response time is 0.9ms and was able to perform the high-speed color change in 1 or less ms by electrical-potential-difference un-impressing to the time of impression.

[0115] Thus, a high-speed electro-optics response is realizable by shortening time amount which change of the die length of the whorl pitch of the liquid crystal molecule which constitutes the liquid crystal layer which presents a cholesteric phase from a liquid crystal color shutter of this invention takes, especially time amount which changes from the condition that a whorl pitch is long, to a short condition. Moreover, in the display of this invention, by adopting the liquid crystal color shutter which carries out high-speed operation, a color flicker can be reduced sharply and display quality can be improved.

[0116] (Operation gestalt 16) The polymer nature matter is made to live together in a liquid crystal layer, and it is the whorl pitch  $P_0$  of a liquid crystal molecule. The liquid crystal color shutter of this invention of a configuration of stabilizing a condition was arranged on the display screen of a display, and the property was evaluated. Here, as the liquid crystal color shutter constituted using 2 sets of liquid crystal cells from which whorl bearing [ like ] illustrated to drawing 6 differs was illustrated to drawing 14, it arranged on the display 80 and the color picture display was constituted.

[0117] When the red of a liquid crystal color shutter, green, and a blue color change were synchronized with the image displayed on monochrome fluorescence tubing and were performed in 1 or less (for example, 0.8ms) ms, color display of high display grace without a color flicker was able to be performed. Moreover, since the color polarizing plate was not used, the permeability to the liquid crystal color shutter of the outgoing radiation light of a display could be improved sharply, and the bright high display of contrast was able to be performed.

[0118] (Operation gestalt 17) The color picture display of this invention of a configuration of that the elastic energy of a liquid crystal molecule next combined the liquid crystal color shutter and display of this invention of a configuration of making two or more bigger conditions change was produced, and the property was evaluated.

[0119] The electrochromatic display was produced with the liquid crystal color shutter produced with the operation gestalt 13, and two or more monochrome fluorescence tubing juxtaposed in all directions. When the red of a liquid crystal color shutter, green, and a blue color change were synchronized with the image displayed on monochrome fluorescence tubing and were performed in 1 or less (for example, 0.9ms) ms, color display of high display grace without a color flicker was able to be performed. Moreover, in the liquid crystal color shutter and color picture display of this invention, since the color polarizing plate was not used, the permeability to the liquid crystal color shutter of the outgoing radiation light of a display could be improved sharply, and



the bright high display of contrast was able to be performed.

[0120] (Operation gestalt 18) Next, the color picture display of this invention was produced with the liquid crystal color shutter (2 sets of cels, four sheets) of this invention and the display of gray scale which used and constituted the polarization conversion sheet, and the property was evaluated.

[0121] The cel 21 (clockwise twining), the cel 23 (clockwise twining), and circular polarization of light conversion sheet which were produced with the operation gestalt 13 were arranged in this sequence, and it considered as the liquid crystal color shutter. Next, this liquid crystal color shutter has been arranged so that the display screen of the display 80 which consists a circular polarization of light conversion sheet side of two or more monochrome fluorescence tubing 81 juxtaposed in all directions may be touched, and the color picture display was produced.

[0122] When the red of a liquid crystal color shutter, green, and a blue color change were synchronized with the image displayed on monochrome fluorescence tubing and were performed in 1 or less (for example, 0.9ms) ms, color display of high display grace without a color flicker was able to be performed. Moreover, in the liquid crystal color shutter and color picture display of this invention, since the color polarizing plate was not used, the permeability to the liquid crystal color shutter of the outgoing radiation light of a display could be improved sharply, and the bright high display of contrast was able to be performed.

[0123] In addition, you may make it each above-mentioned operation gestalt combine the example which explained the example of this invention, and was taken up and explained with each operation gestalt.

[0124]

[Effect of the Invention] It is P0 by stabilizing the whorl pitch in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal according to the liquid crystal color shutter of this invention, as explained in full detail above. The pitch which cannot be leaked can accelerate the relaxation process from the long condition P1 ( $> P0$ ), and can accelerate a working speed.

[0125] Moreover, according to the liquid crystal color shutter of this invention, it is the whorl pitch P0 in the natural condition of cholesteric liquid crystal or a chiral pneumatic liquid crystal. By making between two or more conditions that the pitch which cannot be leaked is long change, the wavelength of the transmitted light and the reflected light can be controlled at a control high speed, and a working speed can be accelerated.

[0126] Moreover, by the liquid crystal color shutter of this invention, since it is not necessary to use the color polarizing plate which was carrying out rate-limiting [ of the use effectiveness of light ], the bright high liquid crystal color shutter of display quality can be offered.

[0127] According to the color picture display of this invention, by adopting the liquid crystal color shutter of above this inventions, it is bright and the color picture which was excellent in display grace without a color flicker can be displayed.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 2] Drawing showing roughly the example of the pattern of the ctenidium-like electrode seen from [ of a liquid crystal molecule ] the screw axis.

[Drawing 3] Drawing showing roughly another example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 4] The liquid crystal molecule which constitutes a cholesteric phase is the natural whorl pitch length  $\rho$ . Drawing showing typically the example which arranged the polymer nature matter between substrates with the liquid crystal layer so that it may stabilize in the condition.

[Drawing 5] Whorl pitch  $P_0$  of a natural condition Drawing for explaining the liquid crystal color shutter of this invention which makes two or more big conditions change.

[Drawing 6] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 7] Drawing showing the example of the selective reflection spectrum of the liquid crystal color shutter illustrated to drawing 6.

[Drawing 8] Drawing for explaining the color of the transmitted light corresponding to the time of the electrical-potential-difference impression to the group of the cel which constitutes the liquid crystal color shutter of this invention, and un-impressing.

[Drawing 9] Drawing showing the transmitted light spectrum corresponding to the time of the electrical-potential-difference impression to the group of the cel which constitutes the liquid crystal color shutter of this invention, and un-impressing.

[Drawing 10] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 11] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 12] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 13] Drawing showing roughly the example of the configuration of the liquid crystal color shutter of this invention.

[Drawing 14] Drawing showing the configuration of the color picture display of this invention roughly.

[Drawing 15] Drawing for explaining the relation between the spectrum of the light which carries out outgoing radiation of the display screen of a display, and the selective reflection spectrum of a liquid crystal color shutter.

[Description of Notations]

- 11 ..... The 1st substrate
- 12 ..... The 2nd substrate
- 13 ..... Liquid crystal layer
- 13a ..... Liquid crystal molecule
- 14 ..... Ctenidium-like electrode
- 15 ..... Electrical-potential-difference impression means
- 16 ..... Pillar-shaped electrode
- 17 ..... Polymer nature matter
- 20 ..... Liquid crystal color shutter
- 21, 22, 23, 24 .... Cel
- 41, 42, 43, 44, 45, 46 .... Cel
- 51, 52, 53, 54 .... Cel
- 55 56 .....  $\lambda/2$  plate
- 61a, 61b, 62a, 62b .... Cel
- 63 .....  $\lambda/2$  plate
- 71, 72, and .... a cel

- 73 ..... Polarization conversion sheet
- 80 ..... Display
- 81 ..... CRT
- 82 ..... Synchronous circuit
- 83 ..... Raster generator
- 84 ..... Control circuit

[Translation done.]

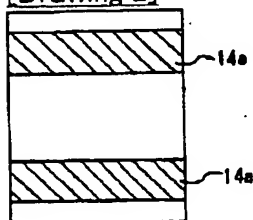
**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

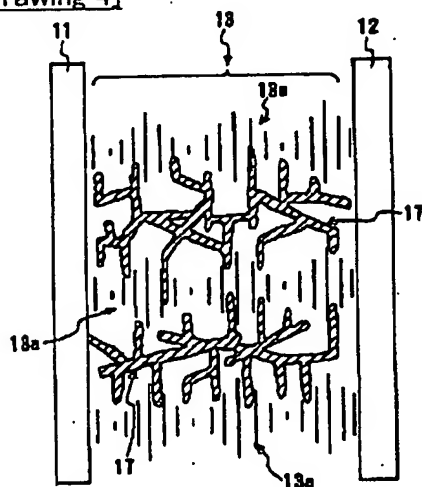
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DRAWINGS**

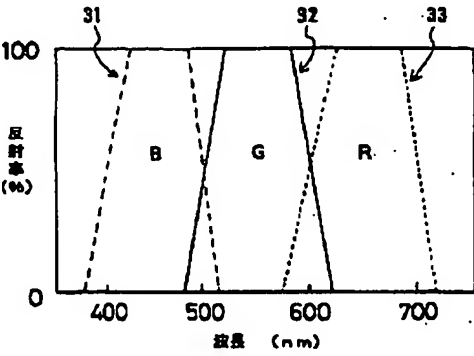
[Drawing 2]



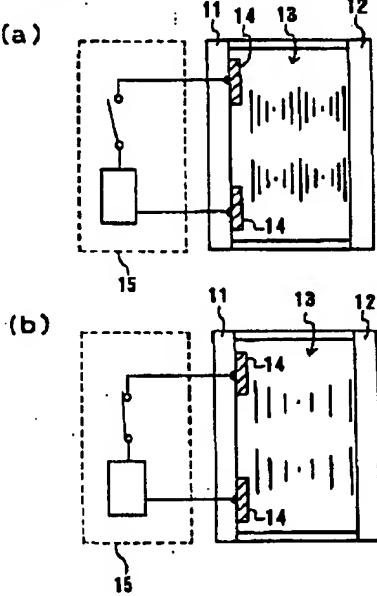
[Drawing 4]



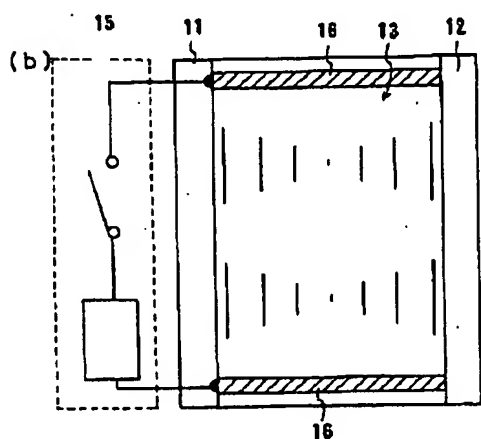
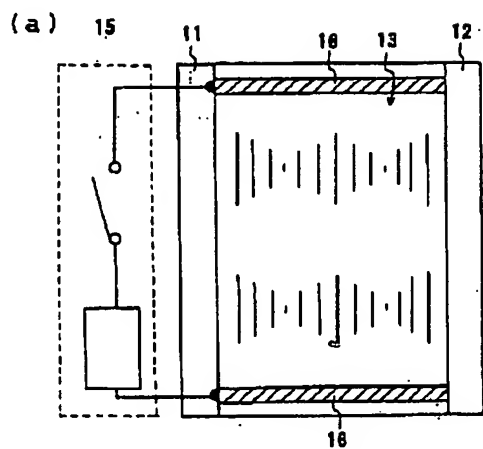
[Drawing 7]



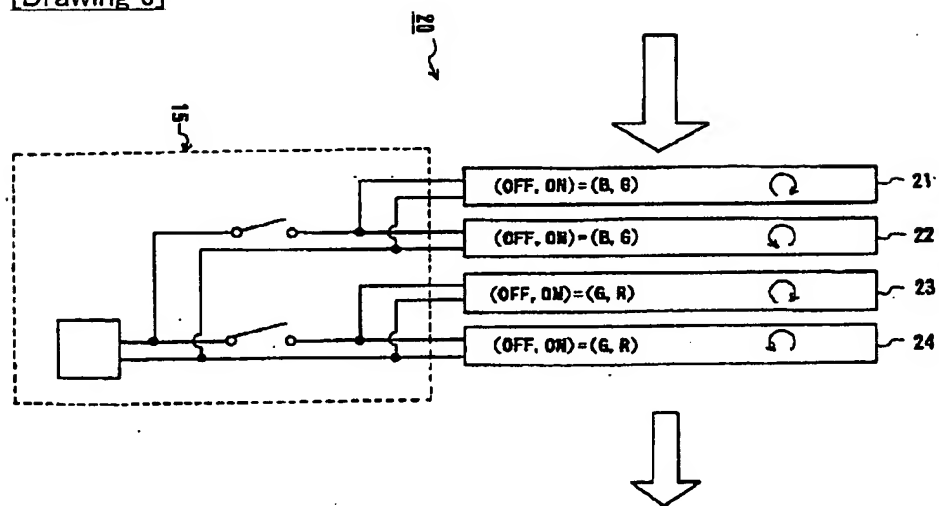
[Drawing 1]



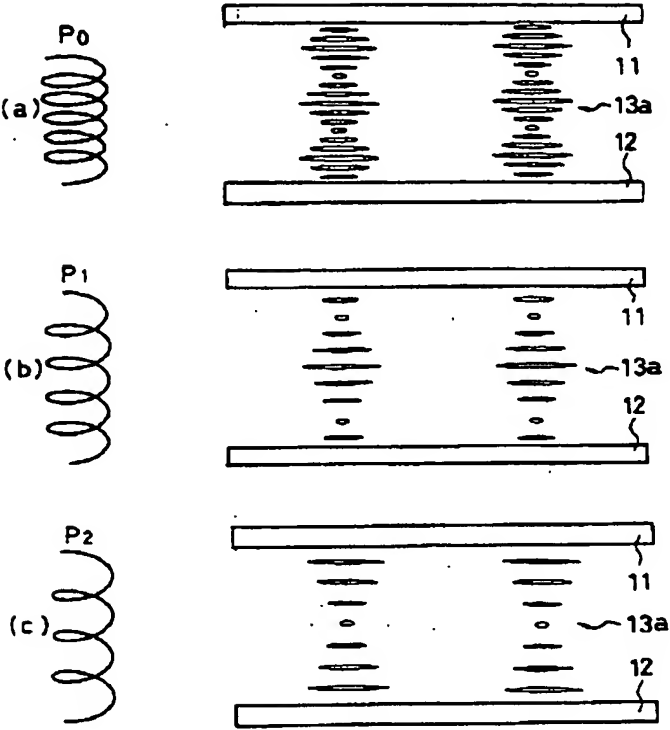
[Drawing 3]



[Drawing 6]



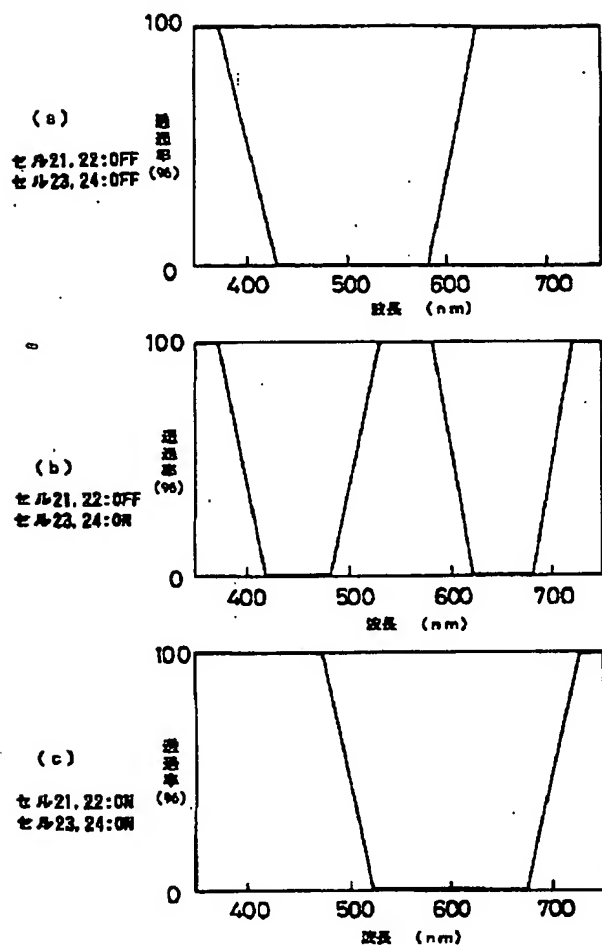
[Drawing 5]



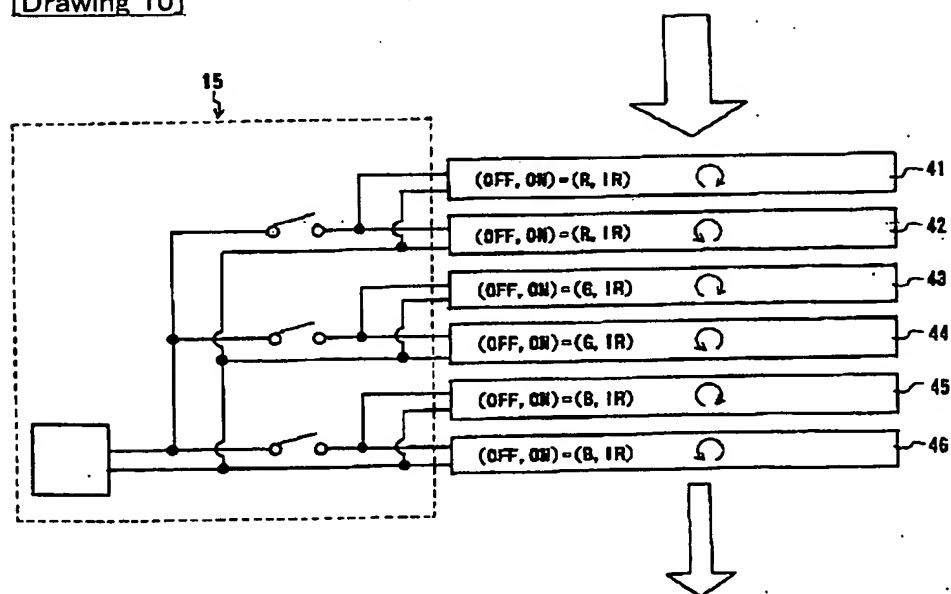
[Drawing 8]

		セル 1, 2	
		非印加	印加
セル 3	非印加	電	マゼンダ
	印加	電	青

[Drawing 9]

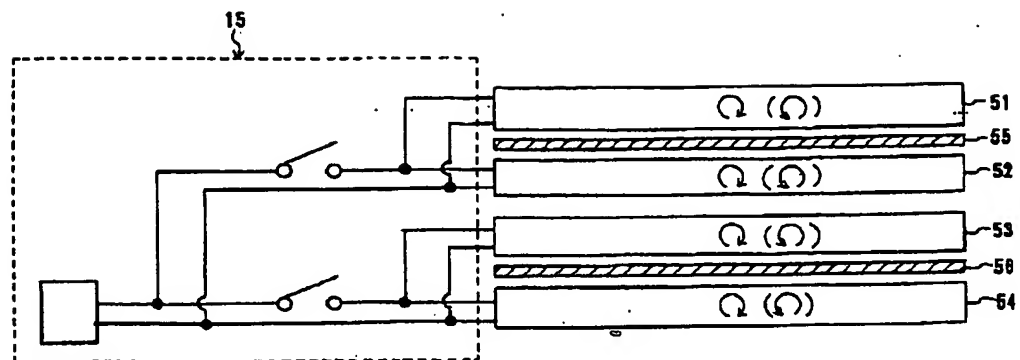


[Drawing 10]

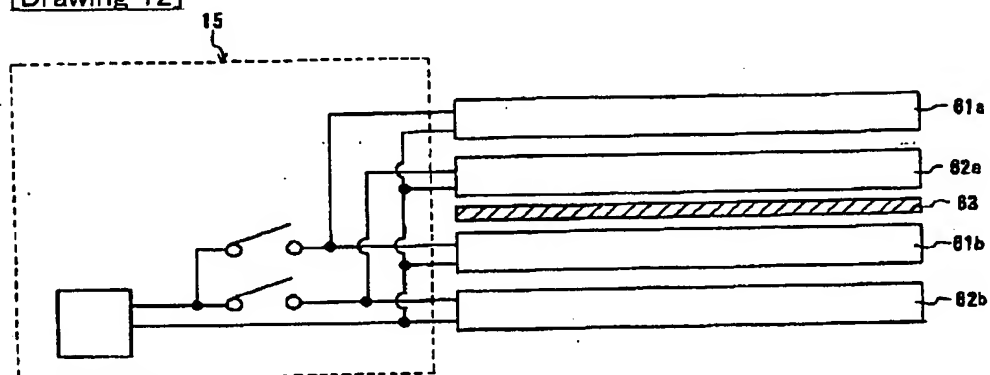


[Drawing 11]

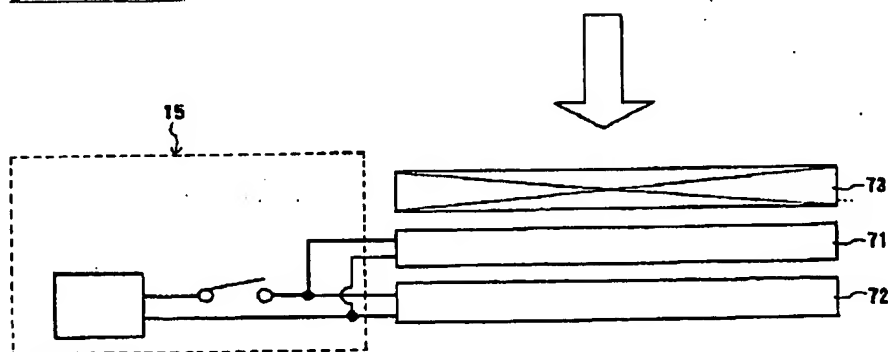




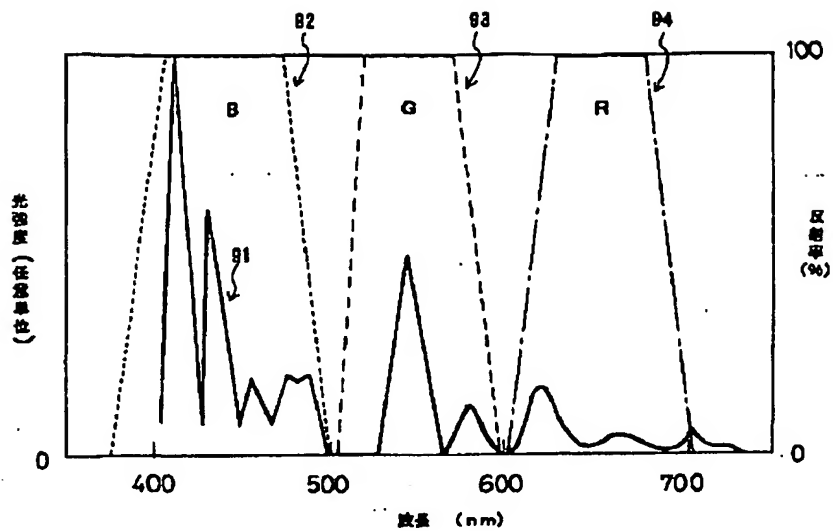
[Drawing 12]



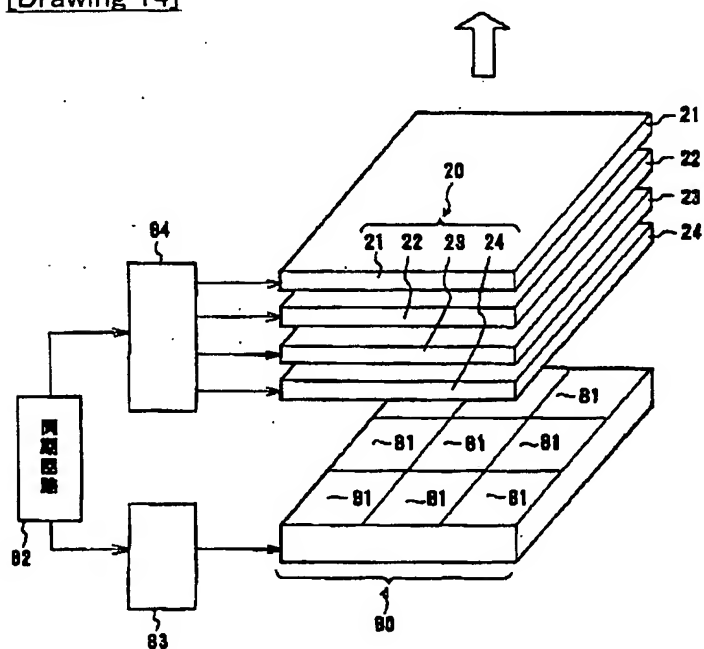
[Drawing 13]



[Drawing 15]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-142823

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1333		G 0 2 F 1/1333
1/13	5 0 5	1/13 5 0 5
G 0 9 F 9/35	3 6 5	G 0 9 F 9/35 3 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平9-313912

(22) 出願日 平成9年(1997)11月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 山口 一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 川田 靖

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 山口 剛史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会  
社東芝生産技術研究所内

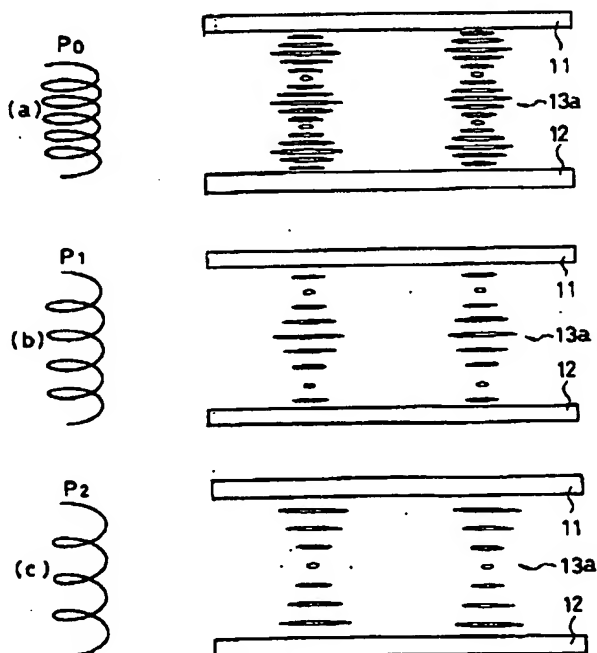
(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 液晶シャッターおよびカラー画像表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 高透過率、高速応答、広視野角の液晶カラーシャッターおよびこれを用いたカラー画像表示装置、特にフィールドシーケンシャル方式のカラー画像表示装置を提供する。

【解決手段】 ポリマー性物質との分子間力により液晶分子を安定化させることにより、または自然状態のらせんピッチ $P$ よりも大きな複数の状態を遷移させることにより電気-光学応答速度、特に緩和過程での応答速度を高速化する。例えば液晶分子13aの自然らせんピッチよりも大きな複数の状態(例えば $P_i = P_1$ 、 $P_i = P_2$ など)を、液晶層13を透過または選択反射する光の波長に対応するように液晶層13に印加する電界を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記第1の基板および前記第2の基板の面方向と平行な方向の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶層を構成する液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチP、で最も大きくなるように配設されたポリマー組成物とを具備したことを特徴とする液晶シャッター。

【請求項2】 第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自然らせんピッチP、よりも大きな第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、になるように第1の電場を印加する手段と、

前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、よりも大きな第2のらせんピッチP<sub>2</sub>、になるように第2の電場を印加する手段とを具備したことを特徴とする液晶シャッター。

【請求項3】 第1の基板と第2の基板との間に、選択反射光の波長が紫外領域にあるコレステリック相を呈する液晶層を挟持したことを特徴とする液晶シャッター。

【請求項4】 第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自然らせんピッチP、よりも大きな第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、になるように第1の電場を印加する手段と、

前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、よりも大きな第2のらせんピッチP<sub>2</sub>、になるように第2の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチP、以下の領域で最も大きくなるように配設されたポリマー組成物とを具備したことを特徴とする液晶シャッター。

【請求項5】 色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、

前記表示画面上に配設された請求項1、請求項2、請求項3乃至請求項4のいずれかに記載の液晶シャッターとを具備したことを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項6】 前記表示画面を出射する光のスペクトルと、前記液晶シャッターを構成する液晶層の選択反射スペクトルとは対応していることを特徴とする請求項5に記載のカラー画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶カラーシャッターなどの液晶シャッターに関する。また本発明は液晶シ

ャッターを用いてカラー画像を表示するカラー画像表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 情報のマルチメディア化を背景に、壁掛けテレビ、さらには家庭内シアターなどの実現に向けて、新規な薄型・大画面ディスプレイの研究開発が盛んに進められている。このようなディスプレイの代表的なものとしては、プラズマディスプレイ（PDP）、プラズマアドレッシング液晶ディスプレイ（PALC）を挙げることができ、前者についてはすでに市販されている。しかしながらPDP、PALCなどの表示装置は、製造コスト、解像度、輝度等の点で従来の蛍光管（CRT）には及ばないのが現状である。

【0003】 一方、蛍光管を用いた大画面ディスプレイとして、複数の小型蛍光管を縦横に並置することで大画面表示を実現する表示装置が提案されている。このような表示装置においてカラー蛍光管を用いる場合には、色ずれの発生、蛍光体の配列ピッチによる解像度の制約、色相の個体差、シャドウマスクや3電子銃といった高精度部材による製造コストの増加といった問題がある。白黒蛍光管では、上述のようなカラー蛍光管での問題を生じないため、白黒蛍光管と液晶カラーシャッターを組み合わせることによりカラー表示を行う表示方式が提案されている。この表示方式はフィールドシーケンシャル方式と呼ばれるもので、液晶カラーシャッターにより画面全体の表示色（例えば赤、緑、青等）を高速で切替えけるとともに、液晶カラーシャッターの表示色の切替えに同期させて各表示色に対応した階調を有する画像を白黒蛍光管で表示するものである（例えばProc. SID 26, 157（1985）を参照）。単数の白黒蛍光管と液晶カラーシャッターを用いた小型カラーディスプレイは一部実用化されている。

【0004】 フィールドシーケンシャル方式に用いる液晶カラーシャッターに要求される性能は、高透過率、高速応答、広視野角である。従来、フィールドシーケンシャル方式に用いられる液晶カラーシャッターは、複数の色偏光板（RGB系色偏光板の場合は3枚、CMY系色偏光板の場合は5枚）と2枚の液晶シャッターから構成されている。このため、透過率の原理的最大値は高々16.7%にとどまり、実際の試作品では約6%にも満たないという問題を抱えている（Proc. SID 26, 157（1985））。液晶シャッターとしては、 $\pi$ セル型ネマチック液晶、強誘電液晶（FLCD）、反強誘電液晶（AFLCD）などが用いられている。 $\pi$ セル型ネマチック液晶の応答速度は約1.7ms程度（Proc. SID 26, 157（1985））と、色フリッカーを抑制するという観点からは不十分であり、（反）強誘電液晶は高速であるものの配向破壊が生じやすく、これを防止する手段を講じなければならないという問題がある。

【0005】高透過率を確保するためには、色偏光板を使わない方式を採用すればよいが、この場合液晶シャッター自身が色を制御する必要がある。このような方式としては、ゲストホスト液晶方式、コレステリック液晶方式がある。ゲストホスト液晶方式は、2色性色素の配向を液晶によって制御することで色制御を行なうが、応答速度、色素の耐光性、色素の2色比などに問題がある。コレステリック液晶方式は、プレーナー構造での選択反射現象を利用するものである。選択反射現象とは、コレステリック液晶の自然らせんピッチ長 $P$ と平均屈折率 $n$ により $\lambda = n \times P$ で規定される波長 $\lambda$ を中心とした波長域で、らせんと同一方位の円偏光成分を反射するものである。

【0006】コレステリック液晶方式のうち、選択反射状態のプレーナー構造と透過状態のホメオトロピック構造をスイッチングさせる方式は、ホメオトロピック構造からプレーナー構造への転移速度が約100ms程度(SID95DIGEST351(1995))と遅いため、フィールドシーケンシャル方式のカラー表示装置の液晶シャッターに用いるには問題がある。

【0007】コレステリック液晶のプレーナー構造のらせんピッチ長を制御することで選択反射波長域を制御する方式では、先の遅い構造変化のプロセスを介さないことからより高速な応答を期待することができる。コレステリック液晶のらせんピッチ長を電場で制御する方式に関しては、反射型カラー液晶表示装置に適用したものが特開平7-209662で提案されている。この中で光の3原色を高速に切り替えて反射カラー表示を実現する例が挙げられているが、本発明者らが検討した結果、この文献の実施例に記載された駆動周波数では色フリッカーが発生してしまい、表示品位に極めて大きな問題があることが判明した。さらに検討を加えた結果、色フリッカーを抑制し高い表示性能を得るためには表示色の切り換えを約1ms程度以下で行なう必要があるが、特開平7-209662で開示された方法では、このような高速応答を実現することは不可能であることがわかった。ピッチ長のより長いプレーナー構造から、ピッチ長のより短いプレーナー構造への緩和過程は、電圧によって制御することができない過程であるために、その転移速度が逆の過程に比較して遅く、何らかの対策をとらなければならない。

【0008】フィールドシーケンシャル方式のカラー表示装置への適用を考える上で特開平7-209662で開示された方法は、さらに以下のような問題を抱えていることが明らかとなった。すなわち、この方法では、透過光での色選択が減法混色の3原色となっており加法混色における色再現性が狭いこと、また光利用効率を上げるために右巻と左巻の液晶層を利用しているが、カイラル剤で右旋性と左旋性の光学異性体の材料を入手することは困難であり、材料選択の自由度が低いこと、また右

巻と左巻という異なる液晶層を用意する必要があり高コストであること、またピッチ長の温度依存性が大きく使用温度によって表示色が変化すること、さらに入射光のスペクトルと選択反射の波長領域とが規定されていないため不要な光が透過し色純度が低下すること等の問題がある。

【0009】最後に視野角に関してである。コレステリック液晶の選択反射は、極角の視角依存性が大きいものの方位角の視角依存性はない。したがって、色偏光板と $\pi$ セル型ネマチック液晶を利用した場合と比較して視角補償が行ない易いという利点を有する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような問題点を解決するためになされたものである。すなわち本発明は、透過率が高く、応答速度が高速で、かつ視野角の広い液晶シャッターおよびこれを用いたカラー画像表示装置を提供することを目的とする。また本発明は、加法混色における色再現性が高く、材料選択の自由度が大きく、コストが低く、表示色が安定し、さらに色純度の高い液晶シャッターおよびこれを用いたカラー画像表示装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えている。本発明の液晶シャッターは、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記第1の基板および前記第2の基板の面方向と平行な方向の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶層を構成する液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチ $P$ で最も大きくなるように配設されたポリマー組成物を具備したことを特徴とする。液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチ $P$ を安定化させるためには、例えば、液晶分子のらせんピッチ $P$ の状態、液晶層と共存させた重合性物質を重合させるなどして、高分子(ポリマー性物質)を液晶層に分散させるようにしてもよい。

【0012】また本発明の液晶シャッターは、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自然らせんピッチ $P$ よりも大きな第1のらせんピッチ $P_1$ になるように第1の電場を印加する手段と、前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチ $P_1$ よりも大きな第2のらせんピッチ $P_2$ になるように第2の電場を印加する手段とを具備したことを特徴とする。

【0013】また本発明の液晶シャッターは、第1の基板と第2の基板との間に、選択反射光の波長が紫外領域にあるコレステリック相を呈する液晶層を挟持したことを特徴とする。例えば本発明の液晶シャッターは、第1

の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に前記第1の基板および前記第2の基板の面方向と平行な方向の電界を印加する手段とを具備し、前記電界が無印加のとき、前記液晶層の選択反射光の波長が紫外領域にあるように配設するようにしてもよい。

【0014】また本発明の液晶シャッターは、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自然らせんピッチP。よりも大きな第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、になるように第1の電場を印加する手段と、前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、よりも大きな第2のらせんピッチP<sub>2</sub>、になるように第2の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチP。以下の領域で最も大きくなるように配設されたポリマー組成物とを具備したことを特徴とする。

【0015】なお、本発明の液晶シャッターは、1層の液晶層に限ることなく、例えばコレステリック相のらせん方位が異なる複数の液晶層を積層して用いるなど、複数の液晶層を積層して用いるようにしてもよい。例えば組み合わせる液晶層のらせん方位が同一な場合には、 $\lambda/2$ 板（位相差板）を組み合わせる用いるようにしてもよい。また例えば、組み合わせる液晶層のらせん方位が同一の場合には、無偏光を右円偏光あるいは左円偏光に変換する偏光変換シートを、変換された円偏光方位とコレステリック液晶相のらせん方位が同一になるように組み合わせるようにすればよい。

【0016】本発明のカラー画像表示装置は、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、前記表示画面上に配設された請求項1、請求項2、請求項3乃至請求項4のいずれかに記載の液晶シャッターとを具備したことを特徴とするものである。すなわち、本発明のカラー画像表示装置は、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、前記表示画面上に配設され、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に前記第1の基板および前記第2の基板と平行な方向の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶層を構成する液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチP。のときに最も大きくなるように配設されたポリマー組成物とを備えた液晶シャッターとを具備したことを特徴とする。また本発明のカラー画像表示装置は、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、前記表示画面上に配設され、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自

然らせんピッチP。よりも大きな第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、になるように第1の電場を印加する手段と、前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、よりも大きな第2のらせんピッチP<sub>2</sub>、になるように第2の電場を印加する手段とを備えた液晶シャッターとを具備したことを特徴とする。また本発明のカラー画像表示装置は、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、前記表示画面上に配設され、第1の基板と第2の基板との間に、選択反射光の波長が紫外領域にあるコレステリック相を呈する液晶層を挟持した液晶シャッターとを具備したことを特徴とする。

【0017】また本発明のカラー画像表示装置は、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する手段と、前記表示画面上に配設され、第1の基板と第2の基板との間に挟持されたコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に、前記液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチが自然らせんピッチP。よりも大きな第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、になるように第1の電場を印加する手段と、前記液晶層に、前記液晶分子のらせんピッチが前記第1のらせんピッチP<sub>1</sub>、よりも大きな第2のらせんピッチP<sub>2</sub>、になるように第2の電場を印加する手段と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に、前記液晶分子との間に働く分子間力が前記液晶分子の自然らせんピッチP。で最も大きくなるように配設されたポリマー組成物とを具備した液晶シャッターとを具備したことを特徴とする。

【0018】また、前記表示画面を出射する光のスペクトルと、前記液晶シャッターを構成する液晶層の選択反射スペクトルとは対応させることが好適である。

【0019】表示手段は、表示画面に階調表示を行うことができるものであればよく、例えばCRT等を用いることができる。液晶シャッターの表示色を変化させるタイミングと、表示画面に表示される画像の色情報（色の階調情報）の変調タイミングとを同期させることにより、例えばモノクロ、グレースケールのCRTを用いてカラー画像を表示することができる。また、より大きな表示画面を得るために、複数の表示画面を組み合わせる用いるようにしてもよい。例えば単一のCRTだけでなく、複数のCRTを組み合わせる連続した表示画面を形成するようにしてもよい。

【0020】いずれの場合であっても、例えば蛍光管等の表示手段の発光スペクトルと液晶シャッターを構成する液晶層の選択反射スペクトルとが重複するように組み合わせる配設することが好適である。

【0021】すなわち、本発明の液晶シャッターは、基板間に挟持したコレステリック相を呈する液晶層に、基板面と平行な方向の電界（横電界）を印加して、液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチを変化させることに

ものであり、高透過率、高速応答、かつ広視野角を実現したものであり、本発明のカラー画像表示装置はこのような本発明の液晶シャッターを用いてカラー画像を表示する表示装置である。本発明の液晶シャッターは、例えば対向して配置された一対の基板と、前記基板間に挟持されコレステリック相を呈する液晶層と、前記液晶層に対して前記基板に平行な電場を印加する手段を具備し、前記電場によって液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチ長を約 1 ms 以下の高速で変調することにより、液晶層の選択反射光あるいは液晶層の透過光の波長（例えば赤、緑、青等の 3 原色）を高速に切換えることができる。

【0022】このために、本発明の液晶シャッターでは、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でらせんピッチを安定化させることにより、 $P_1$  よりもらせんピッチが長い状態  $P_2$  ( $> P_1$ ) からの緩和過程を高速化している。例えば、液晶層とポリマー物質とを、液晶分子がらせんピッチ長  $P_1$  のときに最も安定になるように共存させることにより、 $P_1$  よりもらせんピッチが長い状態とのエネルギー差が大きくなる。らせんピッチ長  $P_1$  の状態かららせんピッチ長  $P_2$  の状態への緩和時間は、ピッチ長の異なる 2 状態間のエネルギー差に逆比例するから、らせんピッチ長  $P_1$  の状態を安定化することにより、緩和速度を速くし、液晶シャッターの動作速度を高速化することができる。

【0023】また本発明の液晶シャッターでは、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でらせんピッチ  $P_1$  よりもらせんピッチが長い複数の状態間（例えばらせんピッチ  $P_1$  とらせんピッチ  $P_2$  との間、 $P_1 < P_2 < P_3$ ）を遷移させることにより透過光、反射光の波長を制御している。液晶分子の弾性エネルギーは自然状態  $P_1$  で最も小さく、これよりピッチを長くした状態では、より大きな弾性エネルギーを有する。したがって、例えば自然状態のらせんピッチ  $P_1$  よりも大きな第 2 のらせんピッチ  $P_2$  から、第 1 のらせんピッチ  $P_1$  ( $P_1 < P_2$ ) への緩和速度を高速化し、遷移に要する時間を短くすることができる。

【0024】このような構成を有する本発明の液晶シャッターでは、例えば液晶分子の自然らせんピッチよりも大きな複数の状態を、透過または選択反射する波長に対応させる（例えば、B（青）を  $P_1$ 、G（緑）を  $P_2$ 、R（赤）を  $P_3$  に対応させる、 $P_1 < P_2 < P_3$  は  $P_1$  よりも大きい）ことになるので、らせんピッチ  $P_1$  の状態は青色よりも短波長側（紫外側）に対応することになる。したがって、本発明の液晶シャッターでは、例えば電圧無印加状態での選択反射光の波長は可視領域よりも紫外側にシフトしていることになる。セルをこのように構成することにより、実際に透過光、選択反射光の波長制御を、自然状態よりも弾性エネルギーの大きい状態間を遷移させることにより行うことができる。

【0025】さらに本発明においては、上述した 2 つの構成、つまりポリマー性物質との分子間力により液晶分子を安定化させることにより緩和過程を高速化する構成と、自然状態のらせんピッチ  $P_1$  よりも大きな複数の状態を遷移させることにより緩和速度を高速化する構成とを組み合わせる液晶シャッターを構成するようにしてもよい。例えば透過光、選択反射光の波長を制御するときの液晶分子のらせんピッチが  $P_1$  よりも長くなるようにして、液晶分子内の弾性エネルギーがより大きな状態

（このとき液晶分子の自然状態のらせんピッチ  $P_1$  に対応する選択反射光の波長は可視領域よりも紫外側にシフトすることになる）で行うようにするとともに、ポリマー性物質を分散させるなどしてらせんピッチ  $P_1$  の状態を安定化するようにしてもよい。このようにすることにより、透過光、選択反射光の波長を制御するときの液晶分子のらせんピッチの緩和時間がさらに短くなり、電気-光学応答がより高速にすることができる。

【0026】本発明のカラー画像表示装置は、上述のような構成を有する本発明の液晶シャッターと、色情報に応じた階調を有する画像を表示画面に表示する例えば CRT 等を組み合わせた表示装置である。例えば白黒（グレースケール）表示の CRT の表示画面上に本発明の液晶シャッターを配設し、輝度変調のタイミングと液晶シャッターの表示色の切替えのタイミングとを同期させることにより、表示画面に表示される画像をカラー画像として表示することができる。

【0027】本発明の液晶シャッターの液晶層を構成する材料としては、コレステリック相を呈する液晶層が得られるものであれば用いることができる。また、単一の液晶材料に限らず、2 種類以上の液晶材料を組み合わせ用いるようにしてもよく、さらに液晶以外の材料を含む混合物でもよい。このような液晶層の構成材料としては、例えばコレステリック液晶、ネマチック液晶とカイラル剤の混合物等を挙げることができる。また、用いる液晶層の液晶-等方相転移温度は、本発明の液晶シャッターおよびこれを用いたカラー画像表示装置を動作させる際の最高温度より高くする必要がある。したがって液晶層の液晶-等方相転移温度は、例えば約 60℃ 程度以上に設定することが好ましく、より好ましくは約 85℃ 程度以上に設定するようにすればよい。一方、液晶層の結晶-液晶転移温度は、本発明の液晶シャッターおよびこれを用いたカラー画像表示装置を動作させる最低温度より低くする必要がある。したがって、液晶層の結晶-液晶転移温度は、例えば、約 -10℃ 程度以下に設定することが好ましく、より好ましくは約 -40℃ 程度以下にするようにすればよい。

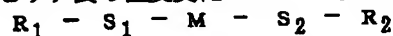
【0028】また、色フリッカーを抑制するためには必須となる約 1 ms 程度以下での色切換えを実現する観点から、液晶の捩じれ弾性係数  $K_{11}$  は、約 5 pN 程度以上に設定することが好ましく、約 6 pN 程度以上に設定す



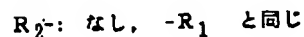
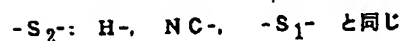
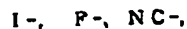
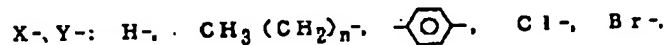
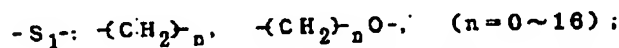
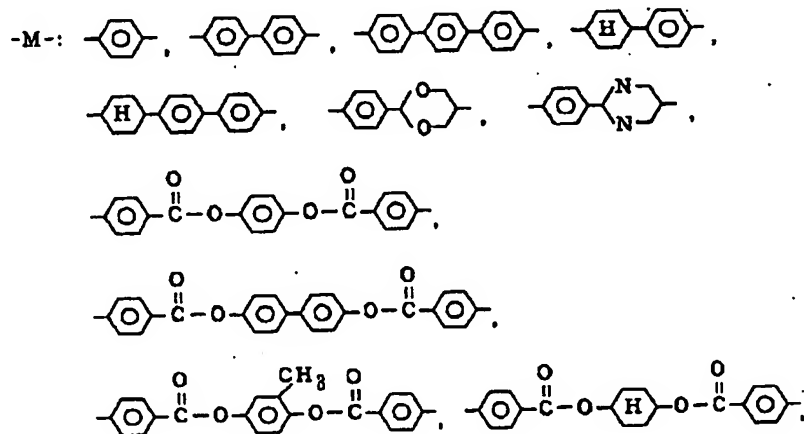
ることがより好ましい。同様に、液晶の回転粘性係数 $\gamma$ は、約200mPa・s程度より小さく設定することが好ましく、約150mPa・sより小さく設定することがより好ましい。また、液晶の平均屈折率 $n$ は、約1.5程度より大きくなるように設定することが好ましく、約1.55程度より大きくなるように設定することがより好ましい。

【0029】液晶層の選択反射スペクトルの半値幅 $\Delta\lambda$ は、 $\Delta\lambda = \Delta n \times P$ で表わされる。本発明の液晶シャッターを白黒蛍光管と組合わせてカラー画像表示装置を構成する場合には、蛍光管の発光スペクトルから赤、緑、青の各色を選択することになるので、液晶シャッターの選択反射スペクトルが蛍光体の発光スペクトルのスペクトル幅を十分カバーするように $\Delta n$ を設定することが好適である。

【0030】さらに、温度変化に伴う表示色のシフトを抑制する観点からは、表示色の温度変化に対する安定性の高い液晶材料、すなわちらせんピッチ長の温度変化に\*



ただし-M-, -S<sub>1</sub>-, R<sub>1</sub>-, -S<sub>2</sub>-, -R<sub>2</sub>は例えば以下のとおり



また、混合する液晶材料との相溶性が良好であることが好ましい。この点から、分子内にメソゲン部位を結合して液晶性を呈する重合性物質のポリマーを用いるようにしてもよい。ポリマー性物質のメソゲン部位としては、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、フェニルシクロヘキシル基、ビフェニルシクロヘキシル

\* に対する依存性の小さな材料を用いることが好ましい。単一の液晶材料で表示色の温度依存性を抑制することが困難な場合は、表示色の温度依存性が正および負といった温度依存性の異なる複数のカイラル剤を用いるようにすればよい。

【0031】本発明の液晶シャッターにおいて、液晶層に分散、含有させるポリマー性物質は、コレステリック液晶をその自然ピッチ長P。において最も安定化するように配設すればよい。例えば重合性物質を液晶層と共存させ、コレステリック液晶がその自然ピッチ長P。を有する状態で重合させるようにすることにより、重合時の状態の液晶分子とポリマー性物質との分子間力が大きくなるようにすることができる。このようなポリマー性物質の構成材料は特に限定されるものではなく、例えば一般式R<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>-M-S<sub>2</sub>-R<sub>2</sub>で表示されるような組成物を用いるようにしてもよい。

【0032】

【化1】

基、フェニルジシクロヘキシル基、アゾベンゼン基、アゾキシベンゼン基、ベンジリデンアニリン基、スチルベン基、トラン基などを挙げることができる。

【0033】重合性物質としては重合性モノマー、あるいは反応性や粘度の選択といった点からはモノマー類から誘導したオリゴマー類、あるいはオリゴマー類とモノ

マー類の混合物でよく、これを熱あるいは光で重合硬化してポリマー化して高分子を得るようにすればよい。重合制御の容易性の点からは、光硬化性を有する材料のポリマーを用いることがより好ましい。重合性モノマーあるいはオリゴマーとしては、例えば、紫外線照射により重合硬化するモノアクリルモノマーあるいはオリゴマー、ジアクリルモノマーあるいはオリゴマーを好適な材料として挙げることができる。

【0034】なお、ビニル基の $\alpha$ 位および/または $\beta$ 位の水素は、フェニル基、アルキル基、ハロゲン基、シアノ基などで置換されていてもよい。ポリマー性物質の材料物質となる重合性モノマーとしては、例えば表1に示す構造式を有する物質を挙げることができる。また、市販され容易に入手できるものとしては、例えば、カヤラッドHDDA、カヤラッドMANDA、カヤラッドHX-220、カヤラッドHX-620、カヤラッドR-551、カヤラッドR-712、カヤラッドR-604、カヤラッドR-167（以上、日本化薬社製）、アクリエステルBZ、アクリエステルHX、アクリエステルHP（以上、三菱レイヨン社製）等も用いることができる。

【0035】また、液晶層のらせんピッチを安定化させるために液晶分子とともに配設するポリマー性物質を形成する際に、重合を速やかに行うために重合開始剤を用いるようにしてもよい。光重合開始剤としては、選択するモノマー類、オリゴマー類に適するものであればよく、例えば市販され容易に入手できるものとしては、ダロキユア1173（Merck社製）、ダロキユア1116（Merck社製）、イルガキュア184（Ciba Geigy社製）、イルガキュア651（Ciba Geigy社製）、イルガキュア907（Ciba Geigy社製）、カヤキュアDETX（日本化薬社製）、カヤキュアEPA（日本化薬社製）などを挙げることができる。光重合開始剤の添加量は、液晶の保持率を高く維持する観点から、好ましくはモノマー類、オリゴマー類に対し、例えば約5重量%程度以下の範囲で添加するようにすればよい。また、重合性モノマーあるいはオリゴマーには必要に応じて架橋剤、界面活性剤、重合促進剤、連鎖移動剤、光増感剤などの改質剤を含有させて用いるようにしてもよい。

【0036】本発明の液晶シャッターにおけるポリマー性物質を含有した液晶層の作製方法としては、例えば前述のようにコレステリック液晶の自然らせんピッチ長Pにおいて重合性物質を重合させるようにすればよい。またこのとき、重合性モノマーあるいはオリゴマーと液晶材料物質などとの混合物を基板間に挟持させた後に光重合することが好ましい。この際、光照射強度および光照射時間を制御することで、媒体を光散乱状態でなく、透明状態とすることができる。さらに、重合時の媒質温度を制御することで媒質の構造をより綿密に制御するこ

ともできる。なお、透明媒体を基板間に挟持させる方法としては、特に限定されるものではなく、真空注入、吸引注入、塗布などの方法により行うようにすればよい。

【0037】本発明の液晶シャッターにおいて、液晶層に電圧を印加するための電極は、前記基板に平行な方向（液晶層の面内方向）の電場を印加することができる限りどのようなものを用いるようにしてもよい。透光性を有する電極としては、例えばITO（インジウムスズオキサイド）の薄膜をスパッタ法などにより成膜して用いることができる。透明性が要求されない例えば反射電極などの電極には、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、金、白金などの各種電極材料を用いることができる。また、基板上への電極形成は蒸着、スパッタリング、フォトリソグラフィなど通常の方法で行うようにすればよい。また、電極は液晶層を挟持する一方の基板の一方の基板のみに配設するようにしてもよいし、両方の基板に配設するようにしてもよい。両方の基板に電極を配設する方がより均一な電場を印加することができる。さらなる電場の均一性を望む場合は、液晶層を挟持する基板間に柱状の電極が挟持されるように配設するようにしてもよい。この時柱状電極に、後述するように、基板間隙の大きさを規定するスペーサーの機能も担わせるようにしてもよい。

【0038】本発明の液晶シャッターを構成する、液晶層を挟持する基板としては、十分な強度と絶縁性そして透光性を有しているものであればよく、例えばガラス、プラスチック、セラミックなどを用いることができる。また、厚さに関しても強度を損なわない範囲内であれば特に限定されるものではない。

【0039】本発明の液晶シャッターでは、液晶層に電界を印加する電極表面に、絶縁性薄膜を形成させてもよい。絶縁性薄膜の材料としては液晶材料に対する反応性や溶解性を持たず、電気的に絶縁性であれば材質的に特に限定されるものではない。またこのような絶縁性薄膜は、電極表面に限らず、基板の液晶層挟持面全面に配設するようにしてもよい。またこのような絶縁性膜を配向膜として用いるようにしてもよい。

【0040】絶縁性膜の構成材料としては、例えばポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、環化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエステル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンなどの有機物、また、酸化シリコン、窒化シリコンなどの無機物等を挙げることができる。配向膜の形成方法としては、スピンコートによる塗布、水面上に形成された単分子膜を電極基板上に写し取って積層し薄膜を形成させるラングミュア・プロジェクト法（LB法）、蒸着法などを用いるようにしてもよく、絶縁性膜の構成材料に適した方法を選択すればよい。また、絶縁性薄膜の厚さは、液晶層への電圧印加を十分行うことができれば特に限定されるものではないが、低電圧駆動

の観点から絶縁性を損ねない範囲において薄く配設することが好ましい。絶縁性薄膜に対する配向処理は一般に電圧印加方向に略平行に行なうようにすればよく、例えばラビング、光配向、斜め蒸着などにより行うようにすればよい。本発明において、液晶層を挟持する基板間の間隙の大きさ、均一性をより正確に制御する場合には、各種スペーサーを用いるようにすればよい。スペーサーは、例えば球状スペーサーや棒状スペーサーを基板の液晶層挟持面に静電散布法などにより散布するようにしてもよい。また、基板組み合わせ時にはスペーサーどうしが近接したりして、散布密度を均一にすることが困難なことから、基板上に柱状の絶縁体を一定間隔で配設するようにしてもよい。基板に散布するスペーサー材料としては、絶縁性でかつ使用する液晶分子と反応あるいは溶解せず、基板上に安定に分散されるならば材質的に特に限定されるものではなく、例えばジビニルベンセン、ポリスチレンなどの高分子、あるいはアルミナ、シリカなどの無機酸化物などを用いることができる。用いるスペーサーの粒径分布はできるだけ狭いことが好ましい。柱状体を電極基板上に一定間隔で形成させる方法としては、フォトリソグラフィ法等により形成するようにしてもよいし、印刷などにより形成するようにしてもよい。その材料としては、液晶材料に対する反応性や溶解性を持たず、電気的に絶縁性のポジ型またはネガ型の感光性樹脂などを用いることができる。例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、環化ゴム、ノボラック樹脂、ポリエステル、ポリウレタン、アクリル樹脂、ビスフェノール樹脂またはゼラチンを感光性樹脂化したものを挙げることができるが、一般的にはネガ型の感光性ポリイミドが好ましい。

【0041】前述のように本発明の液晶シャッターでは、らせん方位の同一な2枚の液晶層を単位とした複数の液晶層と $\lambda/2$ 板とを組み合わせる用いるようにしてもよい。用いる $\lambda/2$ 板は、波長 $\lambda$ がコレステリック相の選択反射の中心波長と整合したもので、かつ高透過率であるような位相差板を用いることが好ましい。

【0042】また前述のように本発明の液晶シャッターでは、らせん方位の同一な複数の液晶層と、偏光変換シート、 $\lambda/4$ 板とを組み合わせる用いるようにしてもよい。無偏光を右あるいは左円偏光に変換するシートとしては、例えば、市販の直線偏光変換シートに $\lambda/4$ 板を組合わせたものであってもよいし、同一らせん方位を有する赤、緑、青を選択反射する3つのコレステリック液晶光学素子を組合わせて用いるようにしてもよい。

【0043】本発明の表示装置における表示手段としては、例えば白黒蛍光管を用いるようにしてもよい。赤、緑、青の混合蛍光体を有する、いわゆる白黒タイプのものであれば特に限定されるものではない。また、大画面表示装置用に、電子線蛍光管を複数組合わせて用いるようにしてもよい。本発明の表示装置では、白黒蛍光管の

赤、緑、青の発光スペクトルのうち液晶シャッターの赤、緑、青の選択反射スペクトルでカバーできない波長成分があると、表示画面の色純度が低下することになる。したがって、色純度を確保するためには、液晶シャッターの選択反射スペクトルと、蛍光管の発光スペクトルとを対応させるようにすることが好適である、このために、液晶層に蛍光管の赤、緑、青の発光スペクトルのうち液晶シャッターの選択反射スペクトルでカバーできない波長成分に吸収を有する色素を含有させるようにしてもよい。また、透明基板に色素を塗布したものを液晶シャッターに組合わせることもできる。

【0044】また本発明の液晶シャッター、および表示装置において広視野角を確保するためには、液晶シャッターへの入射光を平行にする手段や、液晶シャッターからの出射光を広角にするための手段を組み合わせるようにしてもよい。

【0045】

【発明の実施の形態】以下に本発明について詳細に説明する。

20 【0046】（実施形態1）ここで、本発明の液晶カラーシャッターの基本構成とその動作について説明する。図1は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図である。図1(a)は液晶層に駆動電圧を印加していない様子を、図1(b)は液晶層に駆動電圧を印加した様子をそれぞれ示している。

30 【0047】この液晶カラーシャッターは、第1の基板11と第2の基板12との間にコレステリック相を呈する液晶層13を挟持したものであり、第1の基板11には液晶層13に対して、第1の基板11および第2の基板12の面方向と平行な方向の電場を形成するように配設された櫛歯状電極14が配設されている。図2は櫛歯状電極の液晶分子のらせん軸方向から見たパターンを概略的に示す図であり、導体層14aがインターディジタルな形状に配設された電極パターンの一部を拡大して示している。この櫛歯状電極14に電圧印加手段15により駆動電圧を供給して液晶層14に横電界を印加し、液晶層13を構成する液晶分子のらせんピッチを変化させることにより、液晶層13の透過光の波長、または液晶層13による選択反射光の波長が制御される。

40 【0048】図1(a)に示すように、駆動電圧の非印加時における液晶層13は自然状態のらせんピッチ長P。のプレーナー構造をとっている。このとき、液晶の平均屈折率をnとすると、液晶層13は $\lambda = n \times P$ 。で規定される波長 $\lambda$ を中心とした選択反射領域の波長を有する光を反射する。液晶層13駆動電圧を印加すると、図1(b)に示すように液晶分子のらせんピッチ長が伸びてらせんピッチ長 $P_i$ のプレーナー構造となり、選択反射光の波長が長波長側にシフトする。したがって、印加電圧を制御することで、選択反射光を加法混色の3原色、すなわち赤、緑、青に設定することができる。例え

ば駆動電圧 $V_i$ に対応する液晶分子のらせんピッチを $P_i$ とすると、 $P_i$ は $V_i$ に応じて変化するから、らせんピッチ $P_i$ のときの選択反射光の波長 $n \times P_i$ を加法混色の3原色、すなわち赤、緑、青に設定することにより液晶層13の選択反射光の波長を赤、緑、青に変化させることができ、したがって液晶カラーシャッターをして動作させることができる。

【0049】反射光の波長（例えば3原色）を切換えて液晶カラーシャッターとする場合には選択反射光をそのまま利用することができる。一方、例えば本発明のカラー画像表示装置のように、透過光の3原色を切換えて用いる場合には3原色のうち2色の左右両円偏光成分を選択反射光として液晶層13への入射光から除く必要がある。

【0050】（実施形態2）本発明の液晶カラーシャッターにおいて、液晶層に電界を形成する電極の配置としては、液晶層13を挟持する基板の垂直方向でより均一な電場を液晶層に印加するために、図2のような櫛歯状電極の代わりに、例えば図3に示すような柱状電極16を用いるようにしてもよい。図3は本発明の液晶カラーシャッターの構成の別の例を概略的に示す図である。図3（a）は液晶層に駆動電圧を印加していない様子を、図3（b）は液晶層に駆動電圧を印加した様子をそれぞれ示している。櫛歯状電極14を用いる場合には、基板の法線方向に均一な電場を得ることは難しく、液晶層13のうち電極から遠い領域には例えば電極表面などの電極と近接した領域と比較して形成される電場の強度が小さくなる。このため、電極近傍と比較して液晶分子のらせんピッチ長が短くなり、選択反射光のスペクトルが短波長側にブロードになる。一方、柱状電極16を用いると、基板の法線方向により均一な電場を形成することができるため、選択反射光のスペクトルがブロードになることがない。ただし、上述した選択反射光のスペクトルがブロードになる現象を利用して、後述するように、蛍光管の発光スペクトルの反射／透過を効率的に制御するようにしてもよい。

【0051】（実施形態3）つぎに、本発明の液晶カラーシャッターの動作について概略的に説明する。本発明の液晶カラーシャッターでは、らせんピッチ長の異なるプレーナー構造間を遷移させることにより透過光または選択反射光の波長を制御するが、このうちらせんピッチ長のより短い構造への変化は電場により行なうことができない緩和過程であり、高速応答を実現する上で律速となるのはこの過程である。

【0052】本発明の液晶カラーシャッターにおいては、前述した2つの構成、つまりポリマー性物質との分子間力により液晶分子を安定化させることにより緩和過程を高速化する構成、または自然状態のらせんピッチ $P$ よりも大きな複数の状態を遷移させることにより緩和速度を高速化する構成を採用することにより高速な電気

ー光学応答を実現している。

【0053】図4はコレステリック相を構成する液晶分子が自然らせんピッチ長 $P$ の状態を安定化するように、ポリマー性物質17を液晶層13とともに基板間に配設した例を模式的に示す図である。

【0054】このように重合性物質を重合させた高分子を液晶層に分散、含有させるには、例えば重合性物質を液晶材料などの液晶層13を構成する材料とともに第1の基板11と第2の基板12との間に挟持させる。このとき、液晶層13はプレーナー配列するように基板間隙、らせんピッチ長を選択するようにする。重合性物質としては、液晶材料と相溶性の高い材料、例えば液晶性を呈する重合性物質を用いると、重合性したポリマー性物質17が液晶材料やカイラル剤にミクロレベルで分散したプレーナー構造を得ることができる。このとき、例えば光照射などによって重合性物質を重合させると図4（a）に例示したように、重合によって形成されたポリマー性物質17は、液晶分子13aを自然らせんピッチ長 $P$ でプレーナー配列した状態で安定化する。これは液晶分子13aとポリマー性物質17との分子間力等の相互作用が、自然らせんピッチ長 $P$ で大きくなるためである。

【0055】上述のようにポリマーを配設すると、液晶層13を構成する液晶分子13aの $P$ の状態での弾性エネルギーが低減されより安定化する。したがって、電圧印加によりらせんピッチ長 $P_i$ が長くなったプレーナー構造（ $P_i < P$ ）とのエネルギー差を増加させることができる。電圧印加した状態から電圧を切ってらせんピッチ長 $P_i$ （ $P_i < P$ ）から自然らせんピッチ長 $P$ の状態への緩和時間は、らせんピッチ長の異なる2状態間のエネルギー差に逆比例する。したがって液晶分子のらせんピッチが長い状態からより短い状態への遷移速度が高速化し、液晶カラーシャッターの動作速度を大きくすることができる。

【0056】（実施形態4）つぎに、自然状態のらせんピッチ $P$ よりも大きな複数の状態を遷移させて緩和速度を高速化する構成を採用した本発明の液晶カラーシャッターについて説明する。

【0057】図5は、自然状態のらせんピッチ $P$ よりも大きな複数の状態を遷移させる本発明の液晶カラーシャッターを説明するための図である。図5（a）は液晶分子のらせんピッチ $P_i = P$ の場合のセルの様子を、図5（b）は液晶分子のらせんピッチ $P_i = P_1$ の場合のセルの様子を、図5（c）は液晶分子のらせんピッチ $P_i = P_2$ の場合のセルの様子をそれぞれ模式的に示している。

【0058】本発明の液晶カラーシャッターでは、液晶分子13aの自然らせんピッチよりも大きな複数の状態（例えば $P_i = P_1$ 、 $P_i = P_2$ など）を、液晶層を透過または選択反射する光の波長に対応させる。例えば、

らせんピッチ $P_i$ のときにB(青)、らせんピッチ $P_i$ のときにG(緑)を、また図示を省略しているがらせんピッチ $P_i$ のときにR(赤)に対応させようによい。そして液晶分子のらせんピッチ $P_i$ が $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ になるように、液晶層に駆動電圧を印加することにより、液晶層の透過光または選択反射光の波長を制御することができる。

【0059】前述のように、本発明の液晶カラーシャッターでは、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でのらせんピッチ $P$ 。よりもらせんピッチが大きい複数の状態間(例えばらせんピッチ $P_1$ 、らせんピッチ $P_2$ 、らせんピッチ $P_3$ との間、 $P_1 < P_2 < P_3$ )を遷移させることにより透過

$$\begin{aligned} \Delta E &= 2\pi^2 K_{11} \{ (1/P_1) - (1/P_2) \} \\ &\quad \times \{ (2/P_0) - (1/P_1) - (1/P_2) \} \\ &= 2\pi^2 K_{11} n^2 \{ (1/\lambda_1) - (1/\lambda_2) \} \\ &\quad \times \{ (2/\lambda) - (1/\lambda_1) - (1/\lambda_2) \} \end{aligned}$$

となる。したがって、本発明の液晶カラーシャッターを構成する際には、液晶分子の自然らせんピッチ長 $P$ 。が小さい値をとるように液晶材料とカイラル剤を選択するとともにその混合割合を定めるようにすればよい。この場合、一つの液晶カラーシャッターのセルで設定した選択反射領域で最短波長でのらせんピッチ長 $P_a$ は、自然らせんピッチ長 $P$ 。より長くなることから常時電圧(バイアス電圧)を印加するようにすればよい。また、自然らせんピッチ長 $P$ 。の下限は、電圧—らせんピッチ長の関係( $V_i - P_i$ )を考慮して定めるようにすればよい。このような構成を有する本発明の液晶カラーシャッターでは、らせんピッチ $P$ 。の状態は、例えば、B(青)、G(緑)、R(赤)などの波長に対応することはなく、らせんピッチ $P$ 。の状態の液晶カラーシャッターのセルは青色よりも短波長側(紫外側)に対応することになる。本発明の液晶カラーシャッターにおいては、例えば電圧無印加状態での選択反射光の波長は可視領域よりも紫外側にシフトするようにセルを構成することにより、透過光または選択反射光の波長制御を、自然状態よりも弾性エネルギーのより大きい複数の状態間を遷移させることにより行うことができる。

【0061】このような構成を採用することにより本発明の液晶カラーシャッターでは、液晶分子のらせんピッチに対応した液晶層の透過光または選択反射光の波長制御を例えば約1ms以下程度に高速化することができる。なお、先述したポリマー性物質を含有させる方式と同時に本手法を組み合わせる用いるようにしてもよい。

【0062】(実施形態5) つぎにコレステリック相のらせん方位が異なる複数の液晶層を具備する本発明の液晶カラーシャッターについて説明する。

【0063】まず、ポリマー性物質を分散させて $P_i = P_0$ の状態を安定化させた場合について説明する。図6は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に

\* 光、反射光の波長を制御するものである。例えば自然状態のらせんピッチ $P$ 。よりも大きならせんピッチ $P_i$ から、らせんピッチ $P_i$ への緩和過程、また例えばらせんピッチ $P_i$ から、らせんピッチ $P_i$ への緩和過程を高速化し、状態遷移に要する時間を短くすることができる。

【0060】らせんピッチ長 $P_i$ におけるエネルギー $E_i$ は、

$E_i = \{ K_{11} (2\pi/P_0 - 2\pi/P_i)^2 \} / 2$ で表わせる。したがって例えばらせんピッチ長 $P_i = P_1$ 、 $P_i = P_2$  ( $P_0 \leq P_1 < P_2$ )における選択反射波長をそれぞれ $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、また液晶の平均屈折率を $n$ とすると、このらせんピッチ長の異なる2つのプレーナ構造間でのエネルギー差 $\Delta E (= E_2 - E_1)$ は、

示す図である。この液晶カラーシャッターは、透過光の波長を制御するために、コレステリック液晶層のらせん方位の異なる複数のセルを積層したものである。ここでは、電圧非印加時に青を選択反射するセル21とセル22、また電圧非印加時に緑を選択反射するセル23とセル24の4枚のセルから液晶カラーシャッターを構成する例について説明する。セル21、セル23はらせん方位が右巻で右円偏光成分を反射し、セル22とセル24はらせん方位が左巻で左円偏光成分を反射する。また電圧印加時にセル21とセル22は緑を選択反射し、セル23とセル24は赤を選択反射するように印加電圧を制御する。ここで、セル21、22、23、24は前述したような本発明の液晶カラーシャッターを同様に構成されている。

【0064】図7は図6に例示した液晶カラーシャッターの選択反射スペクトルの例を示す図である。セル21とセル22の組の選択反射光スペクトルは、電圧非印加時はプロファイル31、電圧印加時はプロファイル32となり、セル23とセル24の組の選択反射光スペクトルは、電圧非印加時はプロファイル32、電圧印加時はプロファイル33となる。この2組のセル21、22、23、24の電圧印加・非印加の組み合わせにより加法混色の3原色の中から1色を選択して表示することができる。

【0065】図8はセル21とセル22の組、セル23とセル24の組の電圧印加時と非印加時に対応した透過光の色を説明するための図である。また図9は本発明の液晶カラーシャッターを構成するセルの組に対する電圧印加時と非印加時に対応した透過光スペクトルを示す図であり、図9(a)、図9(b)、図9(c)はセル21とセル22の組、セル23とセル24の組の電圧印加時と非印加時に対応した透過光スペクトルをそれぞれ示している。なお、セルの配置順序は特に限定されるもの



ではない。さらにまた、2組のセルに対して各々電圧の非印加・印加時における計4通りの組合わせに対して、透過光のどの色を対応させるかについては、4通りの組合わせに赤、緑、青の3原色を少なくとも各1つ含むように、液晶分子のらせんピッチ長 $P_i$ と、印加電圧 $E_i$ とを制御する限り特に限定されるものではない。つぎに、らせんピッチが $P$ 。よりも大きな複数の状態を選移させて透過光の制御を行う場合について説明する。この場合には、らせんピッチが $P$ 。よりも大きくなるような第1の電圧 $E$ 、印加時に青を選択反射するセル21とセル22、また第1の電圧 $E$ 、印加時に緑を選択反射するセル23とセル24の4枚のセルから液晶カラーシャッターを構成する例について説明する。セル21、セル23はらせん方位が右巻で右円偏光成分を反射し、セル22とセル24はらせん方位が左巻で左円偏光成分を反射する。また第2の電圧 $E$ 、印加時にセル21とセル22は緑を選択反射し、第2の電圧 $E$ 、印加時にはセル23とセル24は赤を選択反射するように印加電圧を制御する。この場合には、セル21とセル22の組の選択反射光スペクトルは、第1の電圧 $E$ 、印加時はプロファイル31、第2の電圧 $E$ 、印加時にはプロファイル32となり、セル23とセル24の組の選択反射光スペクトルは、第1の電圧 $E$ 、印加時はプロファイル32、第2の電圧 $E$ 、印加時はプロファイル33となる。この2組のセル21、22、23、24の印加電圧を制御することにより加法混色の3原色の中から1色を選択して表示することができる。このとき本発明によれば、ある1色の選択状態から他の色の選択状態までの状態選移の時間を短くすることができ、したがって液晶カラーシャッターの応答速度を高速にし表示品質を向上することができる。

【0066】(実施形態6)次に本発明の液晶カラーシャッターを、コレステリック相のらせん方位の異なるセル3組を用いて構成した例について説明する。図10は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図である。この場合にも液晶カラーシャッターを構成するすべてのセルは、前述したような本発明の液晶カラーシャッターと同様に構成を採用している。

【0067】まず、ポリマー性物質を分散させて $P_i = P$ 。の状態を安定化させた場合について説明する。この場合、液晶カラーシャッターは、セル41とセル42、セル43とセル44、セル45とセル46が、電圧非印加時に加法混色の3原色の各1色を選択反射するように、そして電圧印加時には赤外領域側に選択反射光の波長領域が対応するように設定している。

【0068】そしてこの例では、セル41、43、45はコレステリック相のらせん方位が右巻きに設定され、セル42、44、46はコレステリック相のらせん方位が左巻きに設定されている。また、電圧非印加時にはセル41とセル42とは赤色光を選択反射するように、セ

ル43とセル44とは緑色光を選択反射するように、またセル45とセル46とは青色光を選択反射するように設定され、電圧印加時にはすべてのセルの選択反射光の波長領域が赤外領域になるように設定している。このような構成を採用することにより、3組のセルのうち、1組に電圧を印加して残りの2組は電圧非印加とすることで、透過光が3原色の1色となるような状態を選択することができる。なお、この場合にもセルの配置順序は特に限定されるものではない。

10 【0069】つぎに、らせんピッチが $P$ 。よりも大きな複数の状態を選移させて透過光の制御を行う場合について説明する。この場合は、液晶カラーシャッターは、セル41とセル42、セル43とセル44、セル45とセル46が、 $P_i = P$ 。に対応する第1の電圧 $E$ 、印加時に加法混色の3原色の各1色を選択反射するように、そして $P_i = P$ 。に対応する第2の電圧 $E$ 、電圧印加時には赤外領域側に選択反射光の波長領域が対応するように設定している。

20 【0070】そしてこの例では、セル41、43、45はコレステリック相のらせん方位が右巻きに設定され、セル42、44、46はコレステリック相のらせん方位が左巻きに設定されている。また、第1の電圧 $E$ 、印加時にはセル41とセル42とは赤色光を選択反射するように、セル43とセル44とは緑色光を選択反射するように、またセル45とセル46とは青色光を選択反射するように設定され、第2の電圧 $E$ 、電圧印加時にはすべてのセルの選択反射光の波長領域が赤外領域になるように設定している。このような構成を採用することにより、3組のセルのうち、1組に第2の電圧を印加して、残りの2組は第1の電圧印加とすることで、透過光が3原色の1色となるような状態を選択することができる。なお、この場合にもセルの配置順序は特に限定されるものではない。

30 【0071】(実施形態7)つぎに、コレステリック相のらせん方位が同一である複数の液晶層と、 $\lambda/2$ 板とを組み合わせる本発明の液晶カラーシャッターを構成した例について説明する。図11は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図である。この液晶カラーシャッターでは、同時に電圧の印加・非印加の制御または第1の電圧 $E$ 、と第2の電圧 $E$ 、の制御が行われる2つのセル51とセル52、セル53とセル54のそれぞれに対して $\lambda/2$ 位相差板55、56を配設している。ここでセル51とセル52、および、セル53とセル54とは各々同一構成のセルであり、前述したような本発明の液晶カラーシャッターと同様に構成するようにすればよい。

50 【0072】2つの同一セルとその間に設置される $\lambda/2$ 板で構成される組は、例えば図6でらせん方位が右巻と左巻の各1つのセルで構成される組に対応している。用いる $\lambda/2$ 板は、駆動時における選択反射光の波長を

考慮して選択するようにすればよい。2組の配置順序、らせん方位は特に限定されるものではない。 $\lambda/2$ 板を用いる本方式では、2つの同一のセルを使用することか  
 10 できるので、らせん方位が右巻と左巻のセルをそれぞれ1つずつ用いる場合と比較して、カイラル剤の選択といった材料選択における自由度が広がるとともに製造コストの点でも有利である。なぜなら、右巻、左巻で同一自然らせんピッチ長、同一温度特性のセルを作製するに  
 15 は、右旋性と左旋性の1対の光学異性体を利用するのが一般的な方法であるが、通常どちらか一方の旋光性の光学異性体は、もう一方に比べ入手困難であるからである。

【0073】(実施形態8) 図12は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図である。この例では、液晶カラーシャッター全体で1枚の $\lambda/2$ 板を用いる構成を示している。この液晶カラーシャッターでは、同一構成のセル61a、セル61bおよびセル62a、セル62bとが $\lambda/2$ 板63の両側にそれぞれ1枚  
 20 ずつ配置されればよく、これを満足する限りセルの配置順序は特に限定されるものではない。

【0074】図11および図12では、図6に例示するような2組のセルを用いる場合を示したが、図10に例示したような3組のセルを用いてもよい。

【0075】(実施形態9) つぎに、無偏光を右円偏光あるいは左円偏光に変換する偏光変換シートと、変換された円偏光方位とコレステリック相のらせん方位が同一のセルを具備する本発明の液晶カラーシャッターについて説明する。

【0076】図13は本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図である。この場合、液晶カラーシャッターで波長を制御すべき光が、セルに入射する段階でどちらか一方の円偏光成分に変換されているため、これまで説明してきた構成よりも少数のセルで液晶カラーシャッターを構成することができる。右巻のコレステリック相を用いる場合には無偏光を右円偏光に変換する偏光変換シートを用い、左巻のコレステリック相を用いる場合には、左円偏光に変換する偏光変換シートを用いるようにすればよい。このような偏光変換シートとしては、吸収型の直線偏光板と $\lambda/4$ 板で構成される偏光変換シート、あるいは、より高い透過率を実現するために、光源側との多重反射により無偏光な入射光をすべて一方の円偏光に変換する偏光変換シートを用いるようにしてもよい。

【0077】いま透過光がすべて右円偏光になるような偏光変換シート73を用いる場合を例にとって説明する。偏光変換シート73を透過した光がすべて右円偏光になる場合、2枚のセル71、セル72はともにらせん方位が右巻きのセルを用いる。ここでセル71、セル72は、それぞれ図6に例示した本発明の液晶カラーシャッターのセル21、セル23に対応している。

【0078】なお図13に例示した構成の液晶カラーシャッターは図6に例示した本発明の液晶カラーシャッターに相当するが、例えば3つのセルを用いて図10に例示した本発明の液晶カラーシャッターに相当するセル構成を採用するようにしてもよい。またセルの配置順序は特に限定されるものではない。

【0079】(実施形態10) ここで本発明のカラー画像表示装置について説明する。本発明のカラー画像表示装置は、前述したような本発明の液晶カラーシャッターと、単数あるいは複数の白黒蛍光管とを備えるものであり、カラー画像表示を行うものである。

【0080】図14は本発明のカラー画像表示装置の構成を概略的に示す図であり、複数の白黒蛍光管81を縦横に配列して一体的な表示画面を構成した表示装置80と、例えば図6に例示したような4つのセル21、22、23、24で構成した本発明の液晶カラーシャッター20とを組合わせた例を示している。表示装置80の表示画面から出射した色情報に応じた階調を有する白色光は、液晶カラーシャッター20により色情報に対応して透過光の色選択が行われ、加法混色での3原色のうち1色が表示される。色情報に対応した階調を有する画像の表示画面への表示タイミングと、その画像に着色する液晶カラーシャッターの切替えタイミングとを同期させるために、この例では同期回路82を用いている。この同期回路82により、ラスタ発生器83と制御回路84の同期をとることによって、液晶カラーシャッター20の表示色の選択と、表示色に対応した階調情報を有する白黒(グレースケール)画像の表示を同期させて行うことができる。本発明の表示装置を構成する本発明の液晶カラーシャッターでは、前述のような構成を採用することにより、透過光または選択反射光の切替えを約1ms程度以下の高速で切換えることができるので、フリッカを低減し、表示品位の高いカラー画像を表示することができる。なお、表示装置に組み合わせて用いる液晶カラーシャッターは、図6に例示した構成に限ることなく、例えば図10、図11、図12、図13などに例示したような本発明の液晶カラーシャッターを各種用いることができる。

【0081】(実施形態11) 例えば図10に例示するような構成を有する本発明のカラー表示装置では、高い色純度を確保するためには、表示装置80を構成する蛍光管の発光スペクトルと液晶カラーシャッターの選択反射スペクトルとを重複するように設定することが好適である。

【0082】図15は表示装置の表示画面を出射する光のスペクトルと、液晶カラーシャッターの選択反射スペクトルとの関係を説明するための図である。図15では白黒蛍光管の発光スペクトルの例をプロファイル91として示している。ここで、蛍光管の発光スペクトルのうち、液晶カラーシャッターの液晶層の選択反射スペクトル

ルでカバーされない波長領域の光は、常時液晶カラーシャッターを透過してしまうので高い色純度を確保することは困難である。

【0083】液晶カラーシャッターでの赤、緑、青の選択反射スペクトルが各々94、93、92となるように、自然らせんピッチ長、選択反射波長幅や印加電圧を設定することにより、透過光の高い色純度を確保することができる。なお、選択反射スペクトルでカバーできない波長域の発光スペクトルなど、不要な波長成分が存在する場合には、その波長領域の光を吸収するような色素を液晶層等に配設して吸収するようにしてもよい。この場合、色素は液晶層に混合したり、基板に塗布するようにしてもよい。また、色素を別の透明なシートなどに塗布あるいは挟持させたものを用いるようにしてもよい。

【0084】これまでの説明では、主として透過光の色切換えについて述べてきたが、反射光の色切換えについて本発明を適用するようにしてもよい。

【0085】（実施形態12）以下に本発明のさらに具体的な実施形態について説明する。

【0086】ポリマー性物質を液晶層に共存させて、液晶分子の基底状態を安定化させる構成の本発明の液晶カラーシャッターを作製し、その特性を評価した。

【0087】ガラスからなる第1の基板11（厚さ0.7mm）に、MoWからなる電極幅約10μm、電極間隔約10μmの櫛歯状電極14を常法により形成した。次にポリイミド（AL-1051：日本合成ゴム（株）製）を約70nmの厚さにスピナーで櫛歯状電極14形成面にキャストし絶縁膜とした。同様に、ガラス等の透光性を有する絶縁材料からなるもう一方の第2の基板12（厚さ0.7mm）の液晶挟持面へも絶縁膜を形成した。

【0088】次に両絶縁膜に対して常法によりラビングを施した。この際、ラビングの方向は電圧印加時の電場の方向と略平行となるように行った。

【0089】次に、櫛歯状電極14が配置されていない第2の基板12の絶縁膜表面に、貼合わせのためのエポキシ接着剤を所定の位置に付与し、櫛歯状電極14が配置された第1の基板11の絶縁膜表面に直径約5μmの樹脂性スベアボールを静電散布等により散布した。

【0090】その後、2枚の基板を互いに絶縁膜が互いに対向するように貼り合わせ、周囲を封着した。第1の基板11と第2の基板12との間に挟持する液晶層13として、ネマチック液晶（E48：Merck社製）50wt%とカイラル剤（CB15：Merck社製）50wt%を混合した。次にこの液晶混合物95wt%と重合性モノマー1、4-ジ（4-（6-（アクリロイルオキシ）ヘキシルオキシ）ベンゾイルオキシ）-2-メチルベンゼン5wt%、および重合開始剤（イルガキュア651：Ciba-Geigy社製）を重合性モノマーに対して約0.5wt%添加した混合物を定法により

注入し、注入部も封止して液晶カラーシャッターを作製した。

【0091】この状態で、コレステリック相のプレーナー構造による青色の選択反射光を測定したところ中心波長約450nmであることを確認した。このセルに、高圧水銀ランプを用いて紫外光照射を行ない重合性モノマーをポリマー化した。この工程での光照射強度は約100mW/cm<sup>2</sup>、波長約365nm、照射時間は約1分とした。セル内に封入された液晶層の選択反射色は、紫外線の照射前後でほとんど変化せず、これをセル（右巻）21とした。

【0092】次にカイラル剤（CB15：Merck社製）との光学異性体をカイラル剤として用い、セル21と同じ要領でセル22（左巻）を作製し、青色の選択反射（中心波長450nm）を確認した。

【0093】さらに、ネマチック液晶（E48：Merck社製）59wt%とカイラル剤（CB15：Merck社製）41wt%を混合した以外は、セル21と同じ要領でセル23（右巻）を作製し、緑色の選択反射光（中心波長550nm）を確認した。

【0094】次にネマチック液晶（E48：Merck社製）59wt%、カイラル剤（CB15：Merck社製）の光学異性体41wt%を混合した以外は、セル21と同じ要領でセル（左巻）24を作製し、緑色の選択反射光（中心波長550nm）を確認した。

【0095】このように作製したセル21、22、23、24を順番に積層して本発明の液晶カラーシャッターを作製した。

【0096】セル21とセル22とは、電圧印加時に選択反射光が緑色となるよう、またセル23とセル24とは、電圧印加時に選択反射光が赤色となるように駆動電圧を設定した。すべてのセル21、22、23、24に対して電圧非印加時には液晶カラーシャッターの透過光が赤色となるように、またセル23とセル24に対してのみ駆動電圧を印加したときには液晶カラーシャッターの透過光が緑色となるように、さらにすべてのセルに対して電圧を印加したときには液晶カラーシャッターの透過光が青色となるように設定し、加法混色の3原色のうち1色を透過光として選択できることを確認した。

【0097】このように構成した本発明の液晶カラーシャッターの色切替えの際の動作速度を測定した。その応答時間は電圧非印加から印加時では0.6ms、電圧印加から非印加時では0.9msであり、1ms以下での高速な色切換えを行うことができた。なお、比較のために高分子を液晶層に含有しない従来と同様の液晶カラーシャッターを作製し、色切換えに要する応答時間を測定したところ、その応答時間は、電圧非印加から印加時は0.6ms、電圧印加から非印加時は1.9msであった。従来の液晶カラーシャッターで例えば図14に例示したようなフィールドシーケンシャル方式のカラー表示



装置を作製した場合、混色あるいは色フリッカーの問題を生じた。

【0098】このように本発明の液晶カラーシャッターでは、コレステリック相を呈する液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチの長さの変化に要する時間、特にらせんピッチが長い状態から短い状態へと遷移する時間を短くすることにより、高速な電気光学応答を実現することができる。また本発明の表示装置では、高速動作する液晶カラーシャッターを採用することにより、色フリッカを大幅に低減することができ、表示品質を向上することができ

【0099】（実施形態13）液晶分子の弾性エネルギーがより大きな複数の状態を遷移させる構成の本発明の液晶カラーシャッターを作製し、その特性を評価した。

【0100】まず、実施形態12と同様に第1の基板と第2の基板とを対向配置して周囲を封着した。

【0101】次に、ネマチック液晶（E48：Merck社製）44wt%とカイラル剤（CB15：Merck社製）56wt%から成る液晶組成物を定法により注入しセル21（右巻）とした。また、ネマチック液晶（E48：Merck社製）44wt%とCB15の光学異性体56wt%、ネマチック液晶（E48：Merck社製）51wt%と（CB15：Merck社製）49wt%、ネマチック液晶（E48：Merck社製）51wt%とCB15の光学異性体49wt%を液晶組成物として基板間に注入したセルを、それぞれセル22（左巻）、セル23（右巻）、セル24（左巻）として作製した。

【0102】これらにセルの電圧非印加時（ $P_i = P_o$ ）における選択反射光の中心波長は、セル21、セル22が375nm、セル23、セル24が460nmであった。セル21、22、23、24を順番に積層して図6と同様の構成の液晶カラーシャッターを作製した。

【0103】そして、このような液晶カラーシャッターを構成する各セルに第1の電圧を印加したときに、セル21、セル22の選択反射光が青色（中心波長450nm）、セル23、セル24の選択反射光が緑色（中心波長550nm）なるように駆動電圧を設定した。また、第1の電圧よりも大きな第2の電圧を印加したときに、セル21、セル22の選択反射光が緑色（中心波長550nm）、セル23、セル24のセルの選択反射光が赤色（中心波長650nm）となるように駆動電圧を制御した。

【0104】このように各セルを構成する液晶層に印加する電圧を制御することによって、液晶カラーシャッターを透過する光の波長を赤、緑、青のうちから1色を選択することができた。さらに、各色の選択状態相互の遷移に要する応答時間は第1の電圧印加時から第2の電圧印加時、および第2の電圧印加時から第1の電圧印加時

において、それぞれ0.6ms、0.9msであり、1ms以下での高速な色切換えを行うことができた。

【0105】このように本発明の液晶カラーシャッターでは、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でのらせんピッチ $P_o$ 。よりもらせんピッチが長い複数の状態間（例えばらせんピッチ $P_1$ とらせんピッチ $P_2$ との間、 $P_o < P_1 < P_2$ ）を遷移させることにより透過光、反射光の波長を高速に制御することができる。

【0106】実施形態12と同様に、上述の液晶カラーシャッターを例えば図14に例示したような本発明のカラー画像表示装置を構成したところ、明るく、色フリッカが少なく表示品位の高い画像を大きな画面に表示することができた。

【0107】（実施形態14）ポリマー性物質を液晶層に共存させて、液晶分子の基底状態を安定化させる構成の本発明の液晶カラーシャッターを作製し、その特性を評価した。ここではらせん方位の異なる液晶セル3組を用いて、図10に例示したような本発明の液晶カラーシャッターを作製した例について説明する。

【0108】実施形態12で作製したセル21、22、23、24と同様に、セル41、42、43、44を作製し、さらに電圧非印加時において選択反射光が赤色（中心波長650nm）であるようなセル45（右巻）およびセル46（左巻）を作製した。

【0109】重合性モノマーを加える前の液晶混合物として、セル45はネマチック液晶（E48：Merck社製）66wt%とカイラル剤（CB15：Merck社製）34wt%を、セル46はネマチック液晶（E48：Merck社製）66wt%とCB15の光学異性体34wt%を用いた。このように作製したセル41、42、43、44、45、46を順番に積層配置して、本発明の液晶カラーシャッターを作製した。なお、積層した各セルの間隙の反射、散乱を防止するため、液晶層の屈折率とマッチングしたオイルを介して各セルを積層するようにしてもよい。

【0110】すべてのセル41、42、43、44、45、46において、電圧印加時の選択反射光の波長が赤外域となるように駆動電圧を制御した。このように構成した本発明の液晶カラーシャッターに、セル41とセル42、セル43とセル44、セル45とセル46の3組のセルのうち、どれか1つの組に電圧を印加することで、透過光の色を赤、緑、青の3原色から選択することができた。そしてその動作速度を測定したところ、実施形態12と全く同様であり、1ms以下の高速で色切換えを行なうことができた。

【0111】また実施形態12と同様に、上述の液晶カラーシャッターを例えば図14に例示したような本発明のカラー画像表示装置を構成したところ、明るく、色フリッカが少ない表示品位の高い画像を大きな画面に表示

することができた。

【0112】（実施形態15）つぎに、らせん方位が同じ2組4枚のセルと入/2板とを組み合わせて例えば図12に示したような本発明の液晶カラーシャッターを作製した例について説明する。

【0113】実施形態12で作製したセル21、セル23と同様の構成を有するセル61、セル62を各々2枚ずつ用意した。そして、同一構成のセル61とセル62とを入/2板65の両側にそれぞれ1枚ずつくように、セル61、セル62、入/2板、セル61、セル62の順序で各セルと入/2板を並べ、液晶カラーシャッターを作製した。

【0114】このように構成した本発明の液晶カラーシャッターの色切替えの際の動作速度を測定した。その応答時間は電圧非印加から印加時では0.6ms、電圧印加から非印加時では0.9msであり、1ms以下での高速な色切替えを行うことができた。

【0115】このように本発明の液晶カラーシャッターでは、コレステリック相を呈する液晶層を構成する液晶分子のらせんピッチの長さの変化に要する時間、特にらせんピッチが長い状態から短い状態へと遷移する時間を短くすることにより、高速な電気光学応答を実現することができる。また本発明の表示装置では、高速動作する液晶カラーシャッターを採用することにより、色フリッカを大幅に低減することができ、表示品質を向上することができる。

【0116】（実施形態16）ポリマー性物質を液晶層に共存させて、液晶分子のらせんピッチP<sub>0</sub>の状態を安定化させる構成の本発明の液晶カラーシャッターを表示装置の表示画面上に配設し、その特性を評価した。ここでは図6に例示したようならせん方位の異なる液晶セル2組を用いて構成した液晶カラーシャッターを、図14に例示したように表示装置80上に配設してカラー画像表示装置を構成した。

【0117】液晶カラーシャッターの赤、緑、青の色切替えを白黒蛍光管に表示される画像と同期させて1ms以下（例えば0.8ms）で行なったところ、色フリッカのない高い表示品位のカラー表示を行うことができた。またカラー偏光板を用いていないため、表示装置の出射光の液晶カラーシャッターへの透過率を大幅に向上することができ、明るくコントラストの高い表示を行うことができた。

【0118】（実施形態17）つぎに、液晶分子の弾性エネルギーがより大きな複数の状態を遷移させる構成の本発明の液晶カラーシャッターと表示装置とを組み合わせた構成の本発明のカラー画像表示装置を作製し、その特性を評価した。

【0119】実施形態13で作製した液晶カラーシャッターと、縦横に並置した複数の白黒蛍光管でカラー表示装置を作製した。液晶カラーシャッターの赤、緑、青の

色切替えを白黒蛍光管に表示する画像と同期させて1ms以下（例えば0.9ms）で行なったところ、色フリッカのない高い表示品位のカラー表示を行うことができた。また本発明の液晶カラーシャッターおよびカラー画像表示装置では、カラー偏光板を用いていないため、表示装置の出射光の液晶カラーシャッターへの透過率を大幅に向上することができ、明るくコントラストの高い表示を行うことができた。

【0120】（実施形態18）つぎに、偏光変換シートを用いて構成した本発明の液晶カラーシャッター（セル2組、4枚）とグレースケールの表示装置とにより本発明のカラー画像表示装置を作製し、その特性を評価した。

【0121】実施形態13で作製したセル21（右巻き）とセル23（右巻き）と円偏光変換シートをこの順番に並べて液晶カラーシャッターとした。次にこの液晶カラーシャッターを円偏光変換シートの側を縦横に並置した複数の白黒蛍光管81からなる表示装置80の表示画面に接するように配置して、カラー画像表示装置を作製した。

【0122】液晶カラーシャッターの赤、緑、青の色切替えを白黒蛍光管に表示する画像と同期させて1ms以下（例えば0.9ms）で行なったところ、色フリッカのない高い表示品位のカラー表示を行うことができた。また本発明の液晶カラーシャッターおよびカラー画像表示装置では、カラー偏光板を用いていないため、表示装置の出射光の液晶カラーシャッターへの透過率を大幅に向上することができ、明るくコントラストの高い表示を行うことができた。

【0123】なお、上述の各実施形態は本発明の例を説明したものであり、各実施形態で取り上げて説明した例を組み合わせたようにしてもよい。

【0124】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の液晶カラーシャッターによれば、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でのらせんピッチを安定化させることにより、P<sub>0</sub>よりもらせんピッチが長い状態P<sub>1</sub>（>P<sub>0</sub>）からの緩和過程を高速化し、動作速度を高速化することができる。

【0125】また本発明の液晶カラーシャッターによれば、コレステリック液晶またはカイラルネマティック液晶の自然状態でのらせんピッチP<sub>0</sub>よりもらせんピッチが長い複数の状態間を遷移させることにより透過光、反射光の波長を制御高速に制御することができ、動作速度を高速化することができる。

【0126】また本発明の液晶カラーシャッターでは、光の利用効率を律速していたカラー偏光板を用いる必要がないため、明るく表示品質の高い液晶カラーシャッターを提供することができる。

【0127】本発明のカラー画像表示装置によれば、上

述のような本発明の液晶カラーシャッターを採用することにより、明るく、色フリッカのない、表示品位の優れたカラー画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図。

【図2】液晶分子のらせん軸方向から見た櫛歯状電極の 패턴の例を概略的に示す図。

【図3】本発明の液晶カラーシャッターの構成の別の例を概略的に示す図。

【図4】コレステリック相を構成する液晶分子が自然らせんピッチ長P。の状態では安定化するように、ポリマー性物質を液晶層とともに基板間に配設した例を模式的に示す図。

【図5】自然状態のらせんピッチP。よりも大きな複数の状態を遷移させる本発明の液晶カラーシャッターを説明するための図。

【図6】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図。

【図7】図6に例示した液晶カラーシャッターの選択反射スペクトルの例を示す図。

【図8】本発明の液晶カラーシャッターを構成するセルの組に対する電圧印加時と非印加時に対応した透過光の色を説明するための図。

【図9】本発明の液晶カラーシャッターを構成するセルの組に対する電圧印加時と非印加時に対応した透過光スペクトルを示す図。

【図10】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図。

【図11】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図。

【図12】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を\*

\* 概略的に示す図。

【図13】本発明の液晶カラーシャッターの構成の例を概略的に示す図。

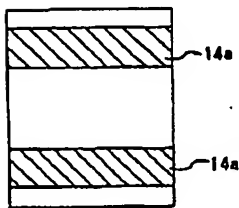
【図14】本発明のカラー画像表示装置の構成を概略的に示す図。

【図15】表示装置の表示画面を出射する光のスペクトルと、液晶カラーシャッターの選択反射スペクトルとの関係を説明するための図。

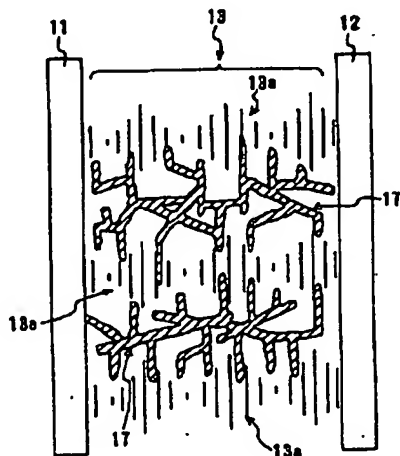
【符号の説明】

- |    |                        |       |               |
|----|------------------------|-------|---------------|
| 10 | 11                     | ..... | 第1の基板         |
|    | 12                     | ..... | 第2の基板         |
|    | 13                     | ..... | 液晶層           |
|    | 13a                    | ..... | 液晶分子          |
|    | 14                     | ..... | 櫛歯状電極         |
|    | 15                     | ..... | 電圧印加手段        |
|    | 16                     | ..... | 柱状電極          |
|    | 17                     | ..... | ポリマー性物質       |
|    | 20                     | ..... | 液晶カラーシャッター    |
|    | 21, 22, 23, 24         | ..... | セル            |
| 20 | 41, 42, 43, 44, 45, 46 | ..... | セル            |
|    | 51, 52, 53, 54         | ..... | セル            |
|    | 55, 56                 | ..... | $\lambda/2$ 板 |
|    | 61a, 61b, 62a, 62b     | ..... | セル            |
|    | 63                     | ..... | $\lambda/2$ 板 |
|    | 71, 72, ...            | ..... | セル            |
|    | 73                     | ..... | 偏光変換シート       |
|    | 80                     | ..... | 表示装置          |
|    | 81                     | ..... | CRT           |
|    | 82                     | ..... | 同期回路          |
| 30 | 83                     | ..... | ラスタ発生器        |
|    | 84                     | ..... | 制御回路          |

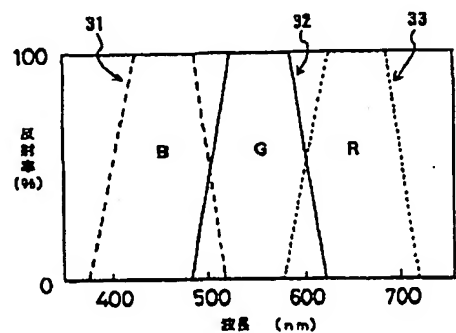
【図2】



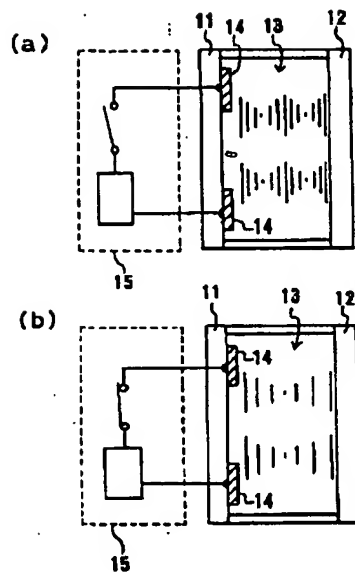
【図4】



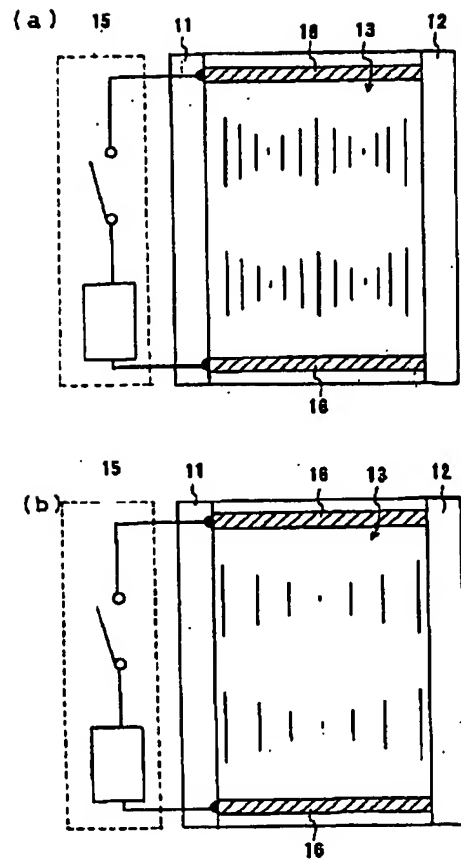
【図7】



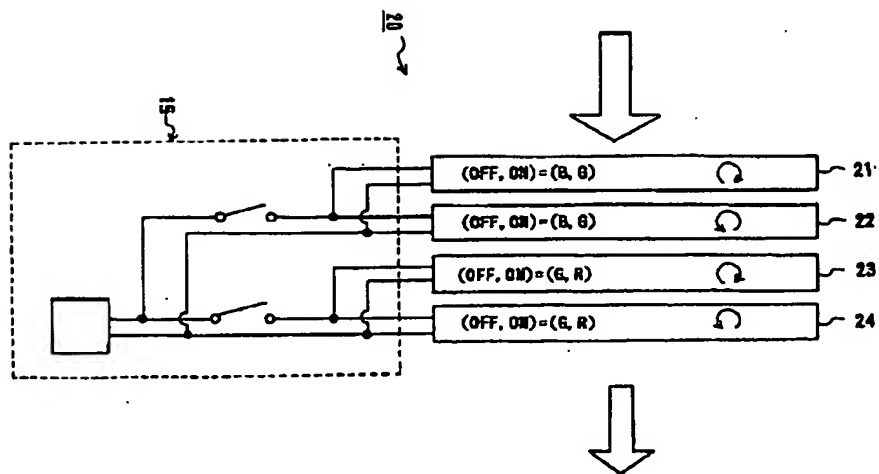
【図1】



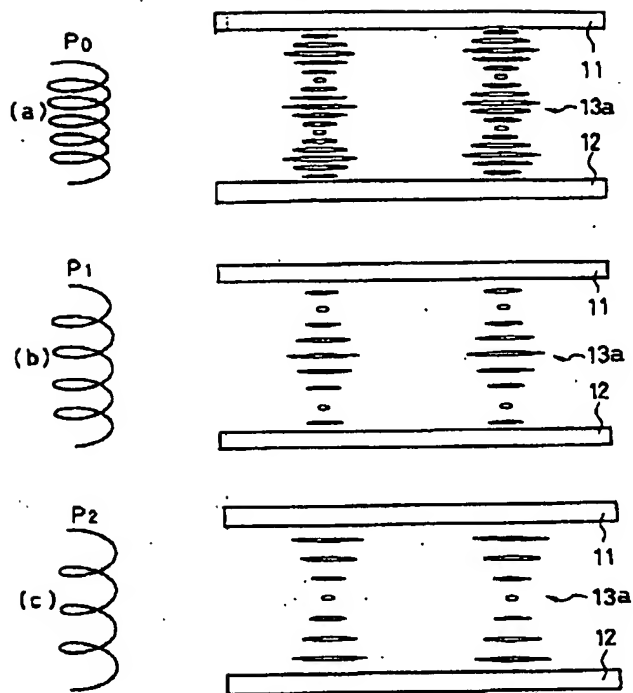
【図3】



【図6】



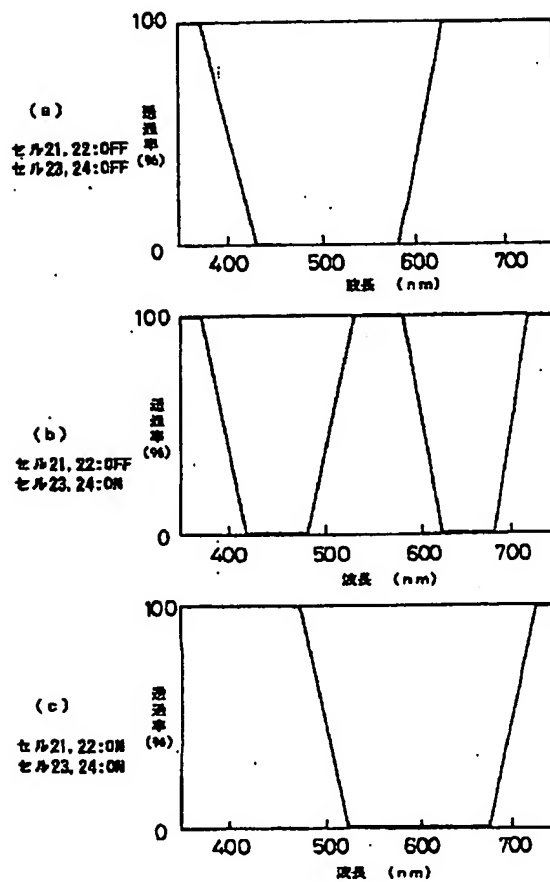
【図5】



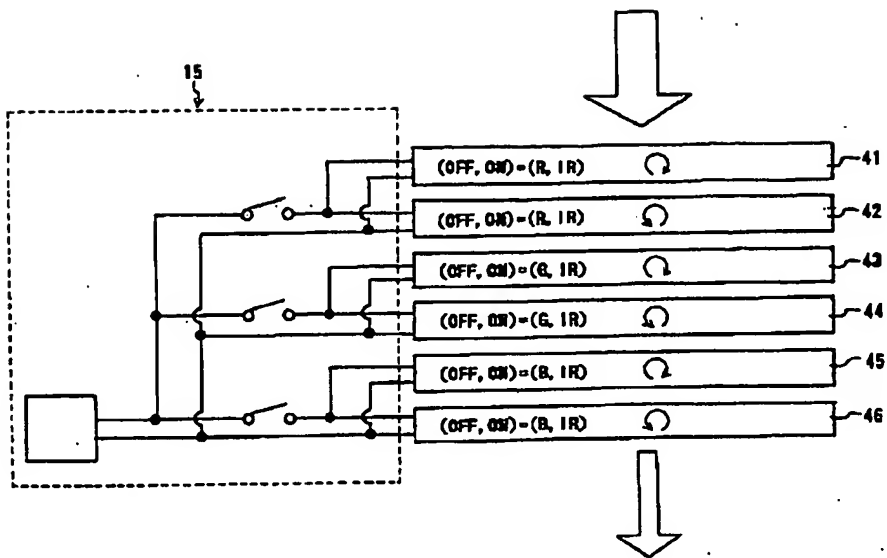
【図8】

		セル 1, 2	
		電圧	印加
セル 3, 4	電圧	印加	印加
	電圧	印加	印加

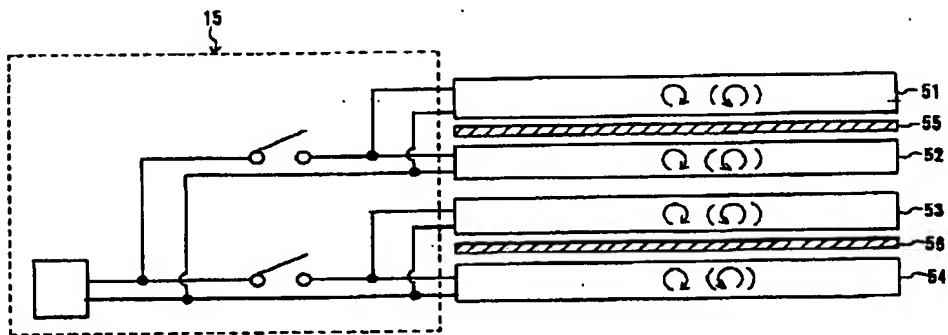
【図9】



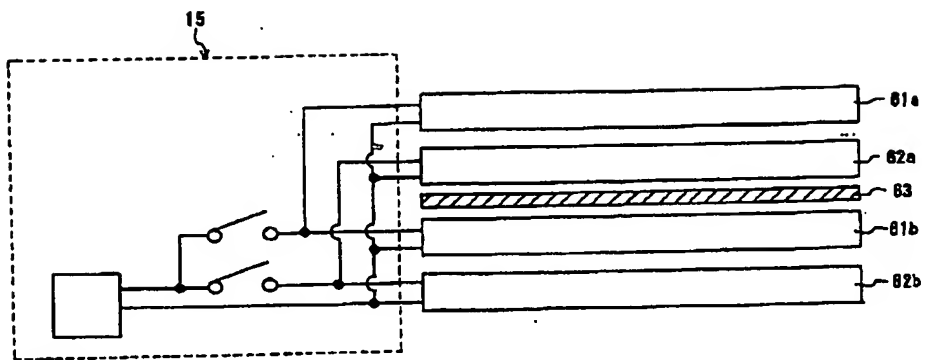
【図10】



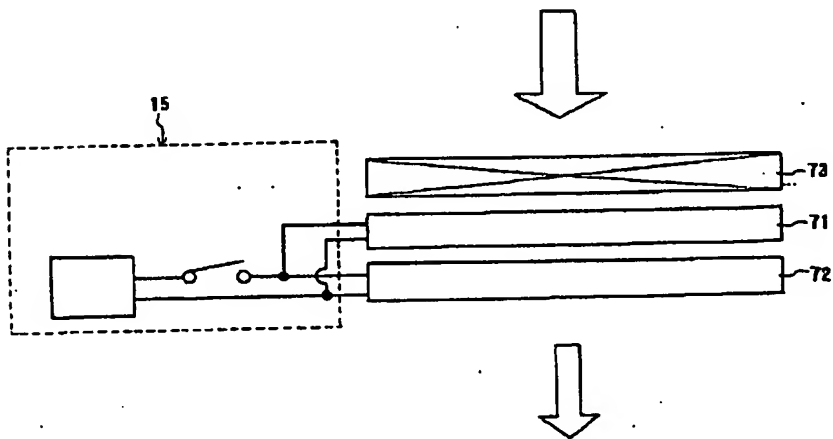
【図11】



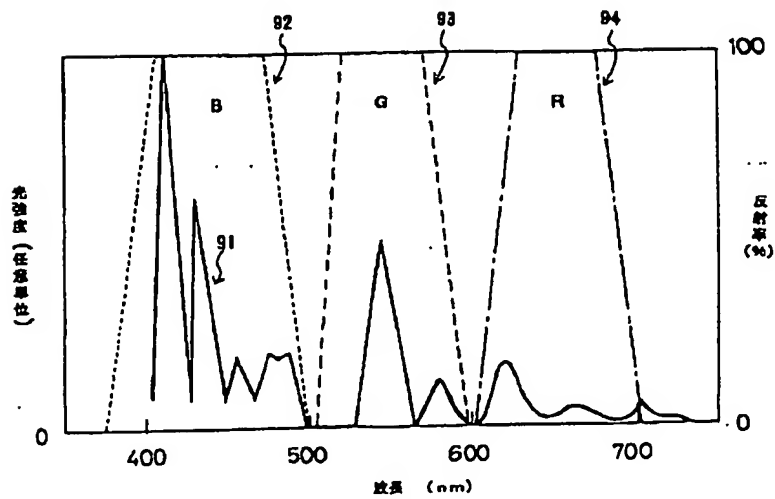
【図12】



【図13】



【図15】



【図 1 4】

